



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Jussi Kamppila

# SÄHKÖKESKUSTEN KUNTOKARTOITUS

Tekniikka  
2021

## TIIVISTELMÄ

Tekijä	Jussi Kamppila
Opinnäytetyön nimi	Sähkökeskusten kuntokartoitus
Vuosi	2021
Kieli	suomi
Sivumäärä	45
Ohjaaja	Timo Männistö

---

Sähköturvallisuuslaissa on määritelty, että sähkölaitteiston haltijan tulee huolehtia sähkölaitteiden kunnosta. Sähkölaitteiden kuntoa voidaan tarkastella esimerkiksi aistihavaintojen sekä lämpökuvauksen avulla. Nykyisin on saatavilla edullisia, tarkkoja ja helppokäyttöisiä lämpökameroita. Kuvien tulkinta vaatii tulkitsijalta tietoa kuvattavasta kohteesta, sähkötekniikasta ja termodynamiikan perusteista. Opinnäytetyön tarkoituksena on suorittaa sähkönjakeluun liittyvien sähkökeskusten kuntokartoitus yritykselle sekä ennaltaehkäistä sähköpalon riskiä ja parantaa sähköturvallisuutta.

Työ toteutettiin lämpökuvaamalla Skaala IFN Oy:n kiinteistöissä olevat sähkönjakeluun liittyvät sähkökeskukset. Tämä työ sisältää myös lyhyen selvityksen sähköpaloista Suomessa perustuen Tukesin vuonna 2014 tekemään laajaan tutkimukseen *Sähkölaitteistoista aiheutuneet tulipalot ja palovaarat*. Työssä on myös teoriaa lämpökuvaamisesta, sähkökeskuksista sekä niihin liittyvistä asetuksista ja määräyksistä. Työstä laadittiin myös erillinen raportti yrityksen käyttöön.

Työssä tuli esille muutama mahdollisesti alkava komponentin vikaantumisen sekä yksi merkittävämpi komponenttivika, kun kytkinvarokkeen kahvasulakkeen päät olivat hitsaantuneet kiinni. Vika korjattiin välittömästi. Työstä tehdyn raportin pohjalta on hyvä lähteä tekemään suunnitelmaa löytyneiden vikojen korjaamiseen.

## ABSTRACT

Author	Jussi Kamppila
Title	Condition Survey of the Power Distribution Centers
Year	2021
Language	Finnish
Pages	45
Name of Supervisor	Timo Männistö

---

This thesis was made for Skaala IFN Inc. The original purpose of this thesis was to make thermal imaging for all power centers that are in straight connection with the power distribution in the Skaala facilities in Finland. Later we adapted this thesis to concern all sorts of inspections to power centers and not just thermal imaging. The thesis was made in accordance with the SFS 6000 standard. According to Ministry of Economic Affairs and Employment's decision 517/96, the owner of the electrical devices must take care of its condition and safety.

Survey was prepared with the help of Skaala's Manager of electrical work, since the thermal imaging must be done while electric center is in use, and this procedure requires a professional electrician according to the Electrical Safety Act.

One major issue was detected in the survey, and it was repaired immediately. It was also detected that the centers require cleaning and smaller maintenance actions such as reattaching of shrouds and cleaning unnecessary items away from inside and outside the centers.

A report was drawn to Skaala based on the thesis to help organize the maintenance.

---

Keywords	Electricity safety, thermal imaging, power distribution center, maintenance
----------	---

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

KUVIOLUETTELO

LIITELUETTELO

1	JOHDANTO.....	8
2	SKAALA IFN OY.....	9
3	SÄHKÖKESKUKSIA KOSKEVAT STANDARDIT JA KESKUSTEN LÄMPÖKUVAAMINEN .....	10
3.1	Lämpökuvaaminen.....	10
3.1.1	Infrapunasäteilyn teoriaa.....	11
3.1.2	Emissiokerroin .....	11
3.2	Sähkökeskuksia koskevat asetukset ja määräykset.....	11
3.2.1	Sähkökeskukset.....	12
3.2.2	Keskustilat.....	12
3.2.3	Sähkökeskusten merkinnät.....	13
3.2.4	Komponentit.....	14
3.2.5	Liitostekniikat .....	15
3.2.6	Määräaikaistarkastukset .....	15
3.2.7	Dokumentointi .....	16
4	SÄHKÖPALOT SUOMESSA .....	17
5	KUNTOKARTOITUKSEN SUORITTAMINEN .....	20
5.1	Lämpökuvaaminen.....	20
5.2	Käytössä oleva lämpökamera FLIR i7.....	20
5.3	Keskusten dokumentointi.....	23
5.4	Aistinvaraiset tarkastukset .....	23
5.4.1	Keskusten kosketussuojaukset .....	24
5.4.2	Keskusten merkinnät.....	24
5.5	Tarkastettavat kohteet .....	25
5.5.1	Ylihärnä A-halli .....	25

6	VIKOJEN HAVAITSEMINEN JA KORJausehdotukset .....	31
6.1	Kartoituksessa esille tulleista yleisimmistä vioista / havainnoista esimerkkejä ja korjausehdotuksia.....	31
7	YHTEENVETO .....	36
	LÄHTEET.....	37
	LIITTEET	

**KUVIOLUETTELO**

<b>Kuvio 1.</b> Esimerkki lämpökuvasta	10
<b>Kuvio 2.</b> Sähkökeskuksen arvokilpi	14
<b>Kuvio 3.</b> Sähköpalot Suomessa	18
<b>Kuvio 4.</b> Sähkeskusten vikaantumissyöt	18
<b>Kuvio 5.</b> Vikaantumissyöt sähköjohdoista ja -kaapeloinneista	19
<b>Kuvio 6.</b> FLIR i7-lämpökamera	21
<b>Kuvio 7.</b> Piste-valinta, osoittaa pisteen lämpötilan (kuviossa tulppasulake)	22
<b>Kuvio 8.</b> Alue-valinta, osoittaa lämpöisimmän pisteen alueelta	23
<b>Kuvio 9.</b> Keskus RK20	26
<b>Kuvio 10.</b> RK20 tyhjä arvokilpi	26
<b>Kuvio 11.</b> Irti oleva sormisuojaletvy ja puuttuvat varokepesien varokekannet	27
<b>Kuvio 12.</b> RK20 puuttuva sormisuojaletvy	27
<b>Kuvio 13.</b> Keskus AK3	28
<b>Kuvio 14.</b> Energia-analysoittori	29
<b>Kuvio 15.</b> Analogisia virtamittareita	29
<b>Kuvio 16.</b> Keskus RK32	30
<b>Kuvio 17.</b> Uusia tai käytöstä poistettuja kahvasulakkeita	31
<b>Kuvio 18.</b> Keskuksen sisällä huomattavan paljon pölyä	32
<b>Kuvio 19.</b> Vanhan käytöstä poistetun kaapelin läpivienti	32
<b>Kuvio 20.</b> Työpaikkakeskuksen merkinnät puuttuvat	33
<b>Kuvio 21.</b> Viallinen kahvasulake / kytkinvaroke	34
<b>Kuvio 22.</b> Vaiheen 1 lämpötila huomattavasti korkeampi	34
<b>Kuvio 23.</b> Erikokoiset kahvasulakkeet	35

**LIITELUETTELO**

**LIITE 1.** Asemapiirros Skaala Ylihärmä tehdasalueen sähkönjakelusta.

**LIITE 2.** A-hallin raportista sisällysluettelon ensimmäinen sivu.

**LIITE 3.** A-hallin raportista sisällysluettelon toinen sivu.

**LIITE 4.** Tehdystä raportista otettu esimerkkisivu keskuksesta PK1.

**LIITE 5.** Tehdystä raportista otettu esimerkkisivu.

**LIITE 6.** Tehdystä raportista otettu esimerkkisivu keskuksesta JK13.

**LIITE 7.** Keskuksien kuntokartoitukseen luotu pohja

# 1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tarkastaa Skaala IFN Oy:n sähkönjakeluun liittyvien sähkökeskusten sähköturvallisuus. Työ ei sisällä yksittäisten koneiden tai linjastojen sähkökeskuksia. Työssä tehdään kuntokartoitus kolmella tehdasalueella sijaitseviin sähkökeskuksiin. Kartoituksessa käydään jokainen sähkökeskus läpi sekä aistihavaintojen, että lämpökameran avulla, tarvittaessa mittaukset suoritetaan pihtivirtamittarilla. Tässä työssä keskitytään Ylihärmän A-hallin keskuksien kunto-kartoitukseen.

Sähkökeskusten lämpökuvaaminen tapahtuu yrityksen sähkötöiden johtajan avustuksella, koska kuvaukset täytyy suorittaa tuotantolaitosten pyöriessä, jotta keskuksen komponenttien läpi kulkee virtaa ja mahdolliset vuodot voidaan havaita lämpökameralla. Kuvausten ajaksi sähkökeskusten suojuksia joudutaan avaamaan, joka vaatii sähköalan ammattilaisen avustusta.

Kartoituksessa esille tulevista vioista tai alkavista vioista laaditaan Skaalalle raportti, joka sisältää havaittujen vikojen luetteloinnin ja mahdollisia korjausehdotuksia. Raportti sisältää yrityksen pyynnöstä myös normaalin lämpökuvausraportin ohella kaikki sähkökeskukset kuvineen riippumatta siitä onko kyseiseltä keskuksesta löydetty vikoja, näin saadaan samalla päivitetty yleiskuvat keskuksista. Työn lopussa on liitteenä osia toimitetusta raportista. Raportti ei kuitenkaan ole virallinen raportti, koska sähkölaitteistojen lämpökuvaaja ja lämpökuvauspalveluja tarjoava yritys tulee olla Henkilö- ja yritysarviointi SETI Oy:n myöntämä pätevä lämpökuvaaja. Työstä katsotaan kuitenkin olevan oleellisesti hyötyä yritykselle sillä se lisää sähköturvallisuutta ja pienentää sähkölaitteistosta alkavien sähköpalojen riskiä sekä saadaan kartoitettua sähkökeskusten kunto ja korjattua keskuksilta pois ylimääräinen ja sinne kuulumaton tavara.

Lämpökuvausraporttiin sisältyy lämpökameralla kuvaamisen ohella myös aistinvaraiset havainnot, kuten silmämääräisesti tarkastelemalla tehdyt havainnot, joita voi olla päättämättömät johtimet, pölyiset lohkot keskuksessa tai puuttuvat suojat keskuksella, kuten sormisuoja tai kansisuojuksissa olevat vauriot.



## 2 SKAALA IFN OY

Skaala IFN Oy on vuonna 1956 perustettu ikkuna-, ovi- ja lasiratkaisuihin erikoistunut perheyrittys. Skaala on vuodesta 2017 alkaen ollut osa itävaltalaisista IFN Groupia. IFN on Skaalan tavoin perheyrittys, johon kuuluu Skaalan lisäksi mm. Internorm, joka on johtava ikkunabrändi Euroopassa. Skaalalla on vahvan kotimaanmarkkinaosuuden lisäksi vientiä pääasiassa Ruotsiin, Isoon-Britanniaan ja Venäjälle. Skaalalla on myös Pietarissa tuotantoyksikkö, joka on suunnattu pääasiassa Venäjän markkinoille. Skaalan asiakkaita on talotehtaat, rakennusliikkeet ja yksityisasiakkaat.

Skaalalla on tehdasalueita Ylihärmässä, jossa sijaitsee Skaalan päätehdas ja -konttori sekä lisäksi Alahärmässä, Vetelissä ja Pietarissa. Vuonna 2019 Skaala työllisti 408 henkilöä ja liikevaihto oli 50,9 miljoonaa euroa.

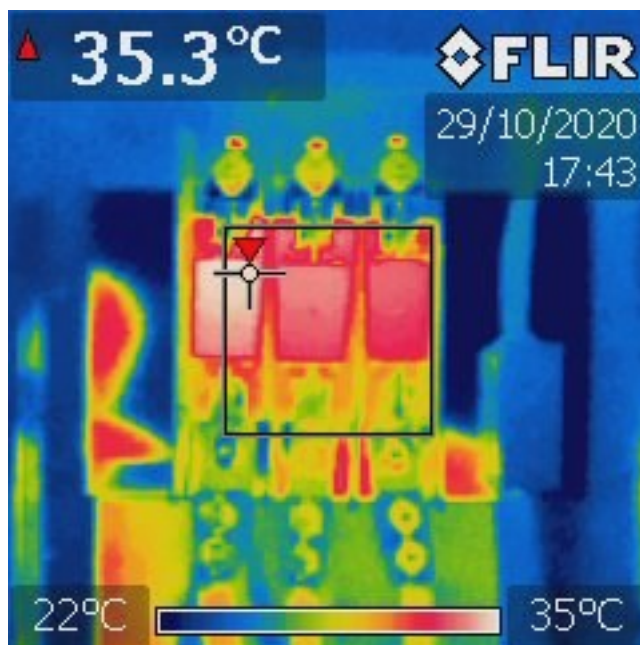
Skaala on historiansa aikana palkittu useasti tuotekehityksen, laadun, energiatehokkuuden ja kestäväen kehityksen palkinnoilla, kuten TM Rakennusmaailman testi-voittaja 2009 ja Innosuomi 2011 huurtumattomista energiaikkunoista /1/.

### 3 SÄHKÖKESKUKSIA KOSKEVAT STANDARDIT JA KESTUSTEN LÄMPÖKUVAAMINEN

#### 3.1 Lämpökuvaaminen

Lämpökuvaaminen vaatii käyttäjältä tiettyjä tietoja termodynamiikan perusteista, riippuen mitä on kuvaamassa. Lämpökuvaaminen onkin oiva lisä kunnossapidon tarkastuksiin /2/.

Sähkötekniikassa lämpökuvaaminen on hyvä menetelmä löytää mm. löysät liitokset tai vioittuneet sähkökomponentit ilman kosketusta vaativia mittauksia. Lämpökuvaaminen perustuu infrapunatekniikkaan, joka mittaa kohteen lämpötilaa (**Kuvio 1**). Kun johtimessa kulkee virta, johdin lämpenee sen tehohäviön vuoksi, joka aiheutuu johtimen resistanssista. Liiallinen lämpeneminen tai poikkeava lämpötila voi johtua monesta eri syystä, kuten huonosta liitoksesta, ylikuormituksesta tai alimitoituksesta. Syyn selvittämiseksi tulee tehdä muitakin mittauksia, tärkeimpänä kuormituksen mittaus, esimerkiksi pihtivirtamittarilla /2, 3, 4/.



**Kuvio 1.** Esimerkki lämpökuvasta

### 3.1.1 Infrapunasaäteilyn teoriaa

Lämpökamera perustuu siis aiemmin todetun mukaisesti infrapunasaäteilyyn. Infrapunasaäteilylle on olemassa myös toinen nimi lämpösaäteily. Lämpösaäteily aiheutuu atomien ja molekyylien liikkeestä, värähtelystä kappaleessa. Jokainen kappale säteilee lämpöä, tämä johtuu siitä, että kappale pyrkii pääsemään eroon energiasta. Ihmiselle näkyvän valon aallonpituus on 0,35–0,7  $\mu\text{m}$ , infrapunasaäteily on tämän aallonpituuden yläpuolella alueella 0,7–1000  $\mu\text{m}$ . Infrapunakamerat käyttävät yleisesti alueita 2–5  $\mu\text{m}$  ja 8–14  $\mu\text{m}$  /5/.

### 3.1.2 Emissiokerroin

Jokaisella kappaleella on emissiokerroin  $\varepsilon$  (epsilon). Emissiokerroin kertoo, mikälainen kyky kappaleella on emittoida eli luovuttaa lämpösaäteilyä verrattuna samassa lämpötilassa olevaan mustaan kappaleeseen.

Lämpökuvasta tehdessä lämpökamerassa olevaa emissiokerrointa muuttamalla pyritään korjaamaan absorboidun, läpäisevän ja heijastuvan lämpösaäteilyn aiheuttamaa heijastunutta komponenttia niin, että kuvattavan kappaleen todellinen lämpötila tulee mitatuksi eikä kappaleesta heijastuneen komponentin, joka voi vääristää mitattua lämpötilaa. Mittaustilanteessa tulee korjata annettua kappaleen emissiokerroin arvoa siten, että mitattu arvo vastaa mahdollisimman hyvin kappaleen todellista lämpötilaa eikä siihen vaikuta ulkopuolisen ympäristön lämpötila. Emissiokertoimen arvo on välillä 0–1. Emissiokertoimen ollessa lähellä yhtä kappaletta nimitetään mustaksi kappaleeksi. Kappale ei tällöin heijasta säteilyä ollenkaan vaan absorboi säteilyn itseensä /5, 6/.

## 3.2 Sähkökeskuksia koskevat asetukset ja määräykset

Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähkölaitteistojen käyttöönotosta ja käytöstä 517/96 määrää seuraavasti: ”sähkölaitteiston haltijan on huolehdittava siitä, että laitteiston kuntoa ja turvallisuutta tarkkaillaan ja että havaitut puutteet ja viat poistetaan riittävän nopeasti” /7/.

Sähköturvallisuuslaissa 1135/2016 on määritelty sähkölaitteistojen huollon ja käytön perusteet. Lain tai määräyksien laiminlyönnin perusteella sähköturvallisuusviranomaisen voi määrätä sähkölaitteiston haltijaa korjaamaan puutteet, asettaa käytölle rajoituksia tai kieltää sähkölaitteiston käytön kokonaan /8/.

Sähkölaitteistot jaotellaan luokkiin, joista jokaista luokkaa koske erilaiset ohjeistukset tarkastuksista ja ilmoituksista. Luokittukseen vaikuttavat laitteistolla olevat erityisominaisuudet sekä laitteiston laajuus. Jokaista sähkölaitteistoa tulee hoitaa niin, etteivät ne aiheuta kenellekään hengelle, terveydelle tai omaisuudelle vaaraa /8/.

Komponenttien, johtimien ja liittimien tunnistamiseksi tulee toteuttaa vähintään yhtä seuraavista menetelmistä /9/:

- Värikoodaus toteuttaen standardin SFS – EN 60445 vaatimuksia
- Kuvatunnukset IEC 60417 mukaisesti
- Suhteelliseen sijaintiin tai rakenteeseen perustuva tunnistaminen
- Kirjain- ja numeroyhdistelmät SFS – EN 60445 mukaan.

### **3.2.1 Sähkökeskukset**

Sähkökeskukset ovat keskeinen osa sähkönjakelua. Standardisarjasta SFS - EN 61439 löytyy keskeisimmät yleisvaatimukset sähkökeskuksille ja niiden eri käyttötarkoituksiin. SFS - EN 61439-1 standardissa on määritelty yleisvaatimukset. Standardin muut osat 2-5 antavat laitekohtaisia erityisvaatimuksia. Standardissa SFS 6000-7-729 on määritelty merkinnöistä, että johtimilla on oltava standardin mukainen väritys, joko itse johtimessa tai liitoskohdissa. Jokaisella N- ja PE-johtimella on oltava keskuksessa oma liitin ja niiden on oltava helposti tunnistettavissa esimerkiksi ryhmänumeroinnilla /9, 10, 11/.

### **3.2.2 Keskustilat**

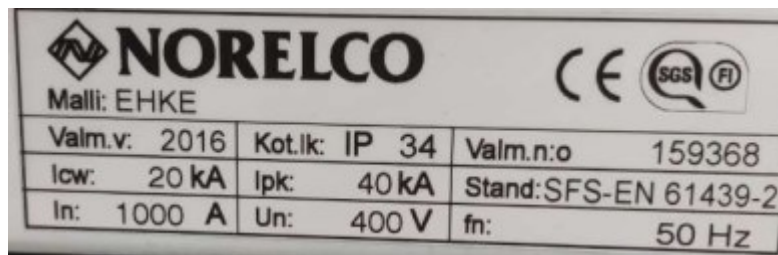
Keskusten luokse päästävyys ja huoltokäytävät on määritelty standardeissa SFS 6000-7-729 ja SFS – EN 61439-1. Käytävät ja hoitoalueet pitää olla työntekoon sopivia, hätätoimintaa ja hätätilanteesta poistumisen mahdollistavia. Keskusten

ovien on voitava avautua vähintään 90°. Hätäpoistumisreittien ovien pitää olla vähintään 700 mm leveitä ja 2000 mm korkeita. Sähkötilojen käytävä tulee olla vähintään 600 mm leveä, jos keskuksen ovissa ei ole lukitusmahdollisuutta. Ovien avautumissuunta on oltava sähkötilassa evakuointireitin suuntainen niin, että ovet avautuvat evakuointireitin puolelta /10, 11/.

### 3.2.3 Sähkökeskusten merkinnät

Tässä työssä erilaisia ja eri valmistajien sähkökeskuksia on useita käyttötarkoituksen ja -kohteen mukaan valittuja. Keskuksat vaihtelevat nimellisvirralta 35A ja 4000A välillä. Keskuksen tunnus tulee olla helposti tunnistettavissa keskuksen kannessa. Keskuksen nimellistvirta löytyy helposti havaittavasta arvokilvestä (**Kuvio 2.**), jossa tulee olla nimellisvirran lisäksi valmistajan nimi (organisaatio), malli- tai tunnistenumero tai muu tieto, jonka avulla voidaan tiedot keskukselta löytää valmistajalta. Keskuksvalmistaja voi halutessaan määrittellä antaako se keskuksen tekniset tiedot arvokilvestä vai tuoteselosteessa. Vähintään seuraavat tiedot tulee keskukselta antaa:

- nimellisjännite ja -virta
- sovellettava standardi IEC 61439-1
- koteloituiluokka
- oikosulunkestävyys
- suojaus sähköiskulta
- mahdollinen normaalista ympäristöoloista poikkeava käyttöolosuhde
- jakelujärjestelmä
- mitat ja paino
- toimintayksiköiden sähköiset kytkentämenetelmät /10/.



**Kuvio 2.** Sähkökeskuksen arvokilpi

Kaapeleissa tulee käyttää värikoodausta noudattaen standardia SFS-EN 60445. Sallittuja värejä ovat valkoinen, harmaa, ruskea, musta, oranssi, punainen, sininen, vihreä, violetti, turkoosi, keltainen ja vaaleanpunainen. Keltaista tai vihreää voidaan käyttää ainoastaan, kun ei ole mahdollista sekaantumisvaaraa PE-, PEN-, PEM-, PEL- tai suojaavan potentiaalintasausjohtimen kanssa. Keltavihreä väriyhdistelmä on sallittu vain suojajohtimessa. Vaaleansininen on suositeltu käytettäväksi vain nollajohtimessa. Suoja ja pääpiirin nollajohdin on oltava helposti ja selkeästi tunnistettavissa. Johtimissa ja liittimissä käytettävät numero- ja kirjainyhdistelmät löytyvät samasta standardista kuin johtimien värikoodaus (SFS-EN 60445) /9/.

Suojalaitteiden merkinnöistä löytyy tietoa standardista SFS 6000-5. Suojalaitteet tulee sijoittaa ja merkitä siten, että suojattavat piirit ovat helposti tunnistettavissa. Tästä syystä suojalaitteet on hyvä sijoittaa jakokeskuksiin. Suojalaitteiden merkintöjen on oltava yhdenmukaiset johdotuskaavioiden kanssa. Laitteiden käyttöasennot on oltava selkeästi tunnistettavissa ja havaittavissa /14/.

### 3.2.4 Komponentit

Jakokeskuksissa on vuosien aikana monipuolistunut ja lisääntynyt käytettävät komponentit. Mekaanisten suojalaitteiden, kuten sulakkeiden, kontaktorien ja kytkimien mukaan on tullut erilaisia elektronisia suojareleitä ja puolijohdekytkimiä. Komponenttien valinnoissa tulee olla huomioituna ympäristöolosuhteet, niiden tulee olla IEC-standardin mukaisia ja täyttää vaaditut arvot (kuten oikosulkukestoisuus, käyttölämpötila, värinä) /10/.

Pääsääntöisesti jakokeskukset muodostuvat virtapiirien kytkentään, suojaamiseen, jatkamiseen sekä taajuuden tai jännitetasojen muuntamiseen liittyvistä

komponenteista. Kontaktorit, releet, erilaiset kytkimet ja säätimet muodostavat kytkentään liittyvät komponentit. Suojaavia komponentteja on esimerkiksi sulakkeet, vikavirtasuojat, lämpöreleet ja moottorisuojakytkimet. Virtapiirin jatkamiseen soveltuvat komponentit ovat rivi-, vaihto- ja kojeliittimet. Taajuutta tai jännitetasoa voidaan säätää taajuusmuuntajilla, pehmokäynnistimillä, teholahteilla ja suojaerotusmuuntajilla /10/.

### **3.2.5 Liitostekniikat**

Erilaisia liitostekniikoita on paljon ja ne ovat olleet käytössä jo monen kymmenen vuoden ajan lähes muuttumattomina. Yleisimpiä ovat ruuvi-, pultti-, jousi-, juotos- ja puristusliitos. Liitostekniikka tulee valita Sähkötieto Ry:n ST-kortissa ST 51.09 Sähkötekniset liitokset alle 1000V vaihtovirta-asennuksissa määrätyn mukaisesti. Valintaan vaikuttaa johtimen materiaali, eristys, lankojen määrä ja muoto sekä poikkipinta-ala. Yhteen kytkettävien johtimien lukumäärä vaikuttaa myös valintaan /12/.

Eniten käytetyt liitostekniikat ovat ruuvi- ja pulttiliitokset. Näistä erityisesti ruuvi-liitoksissa liitos tulee kiristää liitokselle sopivalla momentilla. Lämpölaajenemisen sekä värinän vuoksi liian löysä liitos voi irrota tai liian kireä liitos voi katkaista johtimen joko asennusvaiheessa tai myöhemmin, jolloin sähköpalon vaara lisääntyy /12/.

### **3.2.6 Määräaikaistarkastukset**

Säköturvallisuuslaissa 1135/2016 on kerrottu määräaikaistarkastuksista ja laitteistoluokista. Standardissa SFS 6000-6 kerrotaan mitä tarkastuksia tulee tehdä. Tarkastuksiin kuuluu isoimpana osana aistinvaraiset tarkastukset, joista on enemmän kohdassa 5.5. Määräaikaistarkastus tulee suorittaa teollisuuslaitoksessa 10 vuoden välein. Määräaikaistarkastuksien pääasiallinen tarkoitus on varmistaa sähkölaitteiston turvallinen käyttö. Määräaikaistarkastuksissa tarkastetaan kunnossapidon riittävyys turvallisuuden ylläpitämiseksi, kunnossapito-ohjelma, dokumenttien saatavuus sekä sähkölaitteistoihin tehtyjen laajennus- ja muutostöiden tarkastuspöytäkirjat /8/.

Tarkastuksia tehdessä tulee myös tehdä mittauksia erityisesti, jos lämpökameralla on havaittavissa komponentissa tai johtimessa muista poikkeavaa tai korkeaa lämpötilaa. Mittaukset voi tehdä pihtiampeerimittarilla tai yleismittarilla. Kartoituksessa käytettiin pihtiampeerimittaria. Mittauksilla on tarkoitus täydentää aistinvaraisin keinoin tehtäviä tarkastuksia /5, 6/.

### **3.2.7 Dokumentointi**

Standardissa SFS 6000-5-514.5 on määritelty käytettävät dokumentit sähkökeskuk-silla. Dokumentteihin kuuluu tarpeelliset sähköpiirustukset keskuksesta, tarvittavat kaaviota ja taulukot. Jakokeskuksilla tulee nousujohtokaaviosta ilmetä siihen liite-tyt johdot. Sähkölaitteiston haltijan tulee huolehtia dokumenttien säilytyksestä ja dokumenttien ylläpidosta. Keskuksien asennusdokumentointi ja keskuksiin tehty-jen muutos- ja laajennustöiden päivittäminen dokumentteihin kuuluu sähköurakoit-sijalle /13/.



## 4 SÄHKÖPALOT SUOMESSA

Sähköpaloksi kutsutaan paloa, jonka aiheuttajana on sähkö. Sähköpalo voi aiheutua, kun sähkölaitteessa tai sen liitännöissä esiintyy vuotovirtaa, vikavirtaa, kipiä tai valokaaria. Eri sähkölaitteet reagoivat eri lailla riippuen sen mekaanisesta, sähköisestä ja termisestä lujuudesta. Samanlaisetkaan sähkölaitteet eivät kestä samanlaisia rasituksia sillä sähkölaitteisiin vaikuttaa myös paljon ulkoisia tekijöitä, kuten värinä, käyttöolosuhde, lämpötila, laitteen ikä (mekaaninen kuluminen, materiaalien vanheneminen ja kemialliset muutokset) /2/.

Sähkölaitteiden viat voidaan havaita ennakkoon sillä sähkölaitteet antavat merkkejä viasta hyvissä ajoin ennen mahdollista palamista. Kun sähkölaitteita huolletaan ja tarkastetaan säännöllisin väliajoin ja reagoidaan asianmukaisella tavalla ja vakavuudella saatuihin tietoihin ja tuloksiin, voidaan sähköpalojen todennäköisyyttä laskea merkittävästi. Myös laitteistojen puhtaanapito on tärkeä sähköpalojen ennaltaehkäisyssä.

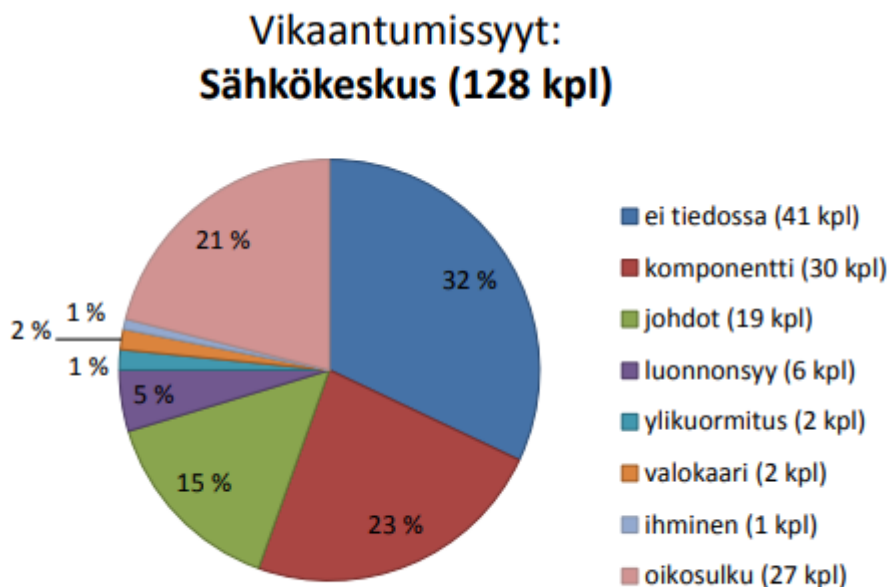
Tukes on sähköturvallisuusviranomaisena Suomessa. Tukes kerää tietoja sattuneista onnettomuuksista. Tukes valvoo sähköturvallisuuden noudattamista. Tukes tutkii pääsääntöisesti aina kuolemaan johtaneet onnettomuudet, sähkötyö- ja sähkötapaturmat sekä hissionnettomuudet. Sähköpalojen määrä Suomessa on pysynyt viimeisen seitsemän vuoden ajan noin 500 sähköpalossa per vuosi (**Kuvio 3.**). Sähkön vuoksi syttyneitä rakennuspaloja ja rakennuspalovaaroja ilmoitetaan pelastuslaitosten ylläpitämään Pronto-rekisteriin vuosittain noin 2500, joista noin 300 on aiheutunut sähkölaitteistosta. Rakennuspalovaarat eivät näy sähköpalo-taulukossa, koska niiden määrää ei voida tarkasti tietää, sillä moni pystyy sammuttamaan alkavan palon itse /15/.

## Sähköpalot ja palokuolemat

▲	2013 ▲	2014 ▲	2015 ▲	2016 ▲	2017 ▲	2018 ▲	2019 ▲
Sähköpalot*	524	502	490	549	507	523	475
Sähköpalokuolemat	11	24	16	21	8	11	11
Kaikki palokuolemat	47	87	78	82	58	50	48

**Kuvio 3.** Sähköpalot Suomessa /3/

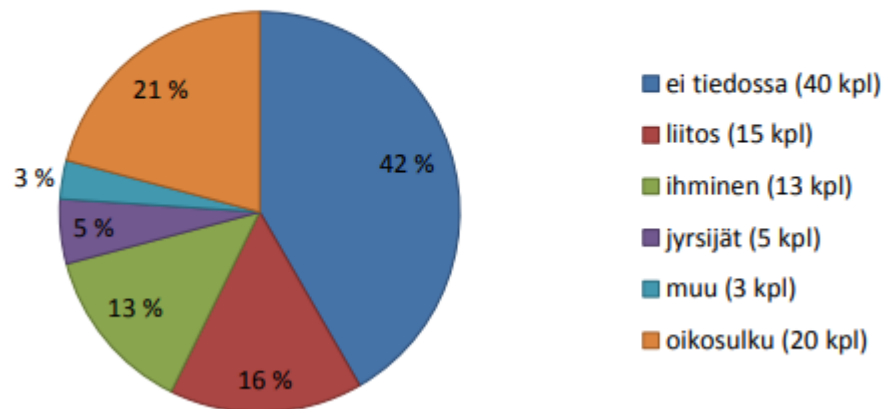
Tukesin 2014 tekemän tutkimuksen ”Sähkölaitteistoista aiheutuneet tulipalot ja palo-vaarat Suomessa” mukaan noin 200 rakennuspalon arvioitiin syttyneen oikosulusta, komponentin vikaantumisesta, mekaanisesta vaurioitumisesta tai huonosta liitoksesta. Isoa osaa rakennuspalojen syistä ei pystytty tunnistamaan. Tukesin vuoden kestäneen selvityksen aikana sähkökeskuksissa aiheutuneet vikaantumissyty palotehtävissä oli 128 kpl. Suurin osa jäi epäselväksi, mutta selkeästi isoimmat syyt ovat oikosulku, vika komponentissa tai johdoissa, kuten Tukesin tutkimuksesta löytyvästä diagrammista näkyy (**Kuvio 4.**).



**Kuvio 4.** Sähkökeskusten vikaantumissytyt /2/

Sähköjohdoista ja -kaapeloinneista aiheutuneita palohälytystehtäviä oli seuranta-jakson aikana 96 kpl. Näistä suurin osa jäi epäselväksi, mutta liitokset ja oikosulku nousivat tutkimuksessa isoimmiksi syiksi, kuten Tukesin tutkimuksesta löytyvästä diagrammista voidaan todeta (**Kuvio 5.**). Tutkimuksessa yhteenvetona on kerrottu, että toisiksi eniten sammutus- ja tarkastustehtäviä aiheutui sähkökeskuksista. Vikaantuneista keskuksista 31,3 % kehittyi rakennuspaloksi asti /2/.

### Vikaantumissyyt: Sähköjohdot ja -kaapeloinnit (96 kpl)



**Kuvio 5.** Vikaantumissyyt sähköjohdoista ja -kaapeloinneista /2/

## 5 KUNTOKARTOITUKSEN SUORITTAMINEN

### 5.1 Lämpökuvaaminen

Lämpökuvaaminen täytyy suorittaa kuormituksen ollessa päällä, koska sähkövirta saa aikaan komponenttien lämpenemistä, jonka poikkeavuuksia lämpökameralla pyritään havaitsemaan. Tästä syystä tulee noudattaa erityisen tarkasti sähkötyön normaaleja ohjeistuksia, asetuksia, lakeja ja standardeja mm.

- SFS 6002. Sähkötyöturvallisuusstandardi
- SFS 6000-standardisarja. Pienjänniteasennukset.
- 1135/2016 Sähköturvallisuuslaki
- 498/1996 Sähköturvallisuusasetus
- 516/1996 Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähköalan töistä
- 1193/1999 Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähkölaitteistojen turvallisuudesta.

### 5.2 Käytössä oleva lämpökamera FLIR i7

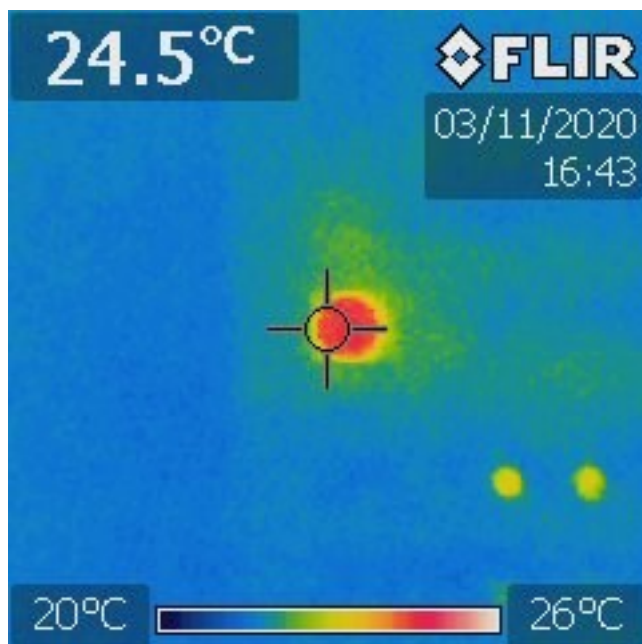
Työssä käytössä oleva kamera on FLIR i7 (**Kuvio 6.**), joka on helppokäyttöinen ”point-and-shoot” -periaatteella toimiva infrapunakamera automaattisella tarkennuksella. Kamera tallentaa kuvat muistikortille, josta kuvat voidaan siirtää tietokoneelle. Mukana tulee myös ohjelmisto kuvien tarkasteluun. Kamerassa on ladattava Li Ion-akku. Kameran käyttölämpötila on 0 – 50 °C.



**Kuvio 6.** FLIR i7-lämpökamera

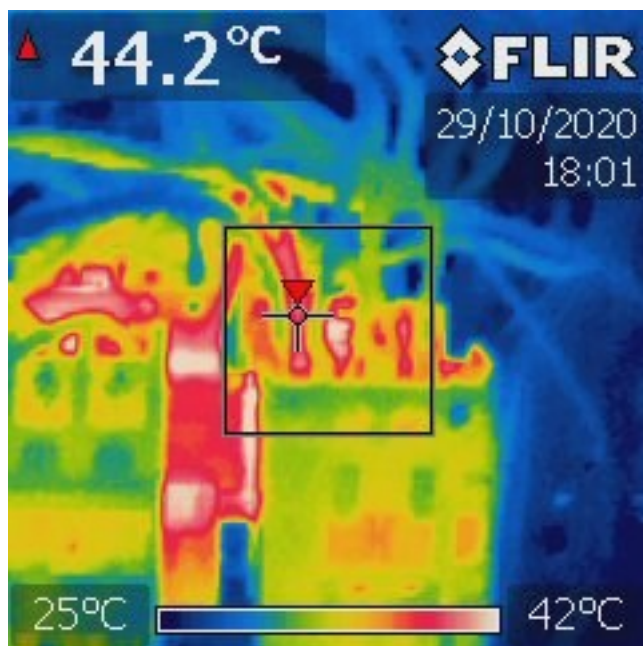
Infrapunakameran mittaama valon aallonpituusalue on 7.5–13  $\mu\text{m}$  ja mitatun kohteen lämpötilan mittaustarkkuus on  $\pm 2\text{ }^\circ\text{C}$  tai  $\pm 2\%$  mitatusta lämpötilasta eli riittävä sähkökeskusten lämpökuvaukseen, koska lämpökuvauksessa ei ole tarpeen saada mitattua absoluuttista lämpötilaa vaan riittää, että lämpökuvalla havaitaan kuumat tai muita selkeästi lämpöisemmät komponentit tai johtimet /16/.

Emissiokerroin on valittavissa kamerassa alueelta 0.1–1 tai vaihtoehtoisesti esivalinnoista: Matta (0.95), puolimatta (0.80), puolikiiltävä (0.60) tai kiiltävä (0.3). Kamerassa on mittauksiin erilaisia vaihtoehtoja: piste (**Kuvio 7.**), alue (max) (**Kuvio 8.**), alue (min), yli ja alle. Pistemittauksessa mitataan pelkkää yhtä pistettä ja kamera antaa tämän pisteen lämpötilan. Valinta tehdään kuvattavan kohteen mukaan.



**Kuvio 7.** Piste-valinta, osoittaa pisteen lämpötilan (kuviossa tulppasulake)

Alue -valinnalla kamera mittaa ruudussa näkyvän neliön sisältä ja näyttää vasempaan ylälaitaan korkeimman lämpötilan alueella ja osoittaa samalla kuvasta lämpöisimmän kohdan (**Kuvio 8.**). Lämpökuvaamiseen paras vaihtoehto näistä on Alue, koska sillä saa helpoiten kuvattua koko komponentin, jolloin korkein lämpötila ja piste, josta lämpötila on mitattu, tulee näytölle samalla kertaa. Pistevalinnalla voidaan tarpeen mukaan tarkastella komponenttia tarkemmin aluemittauksen jälkeen (**Kuvio 7.**).



**Kuvio 8.** Alue-valinta, osoittaa lämpöisimmän pisteen alueelta

### 5.3 Keskusten dokumentointi

Sähkökeskusten dokumenttien säilytys- ja ylläpitovelvoite on sähkölaitteiston haltijalla /8/. Käytön kannalta on suositeltavaa, että dokumentit ovat tallessa ja ajan tasalla. Vanhoissa teollisuuskiinteistöissä sähkökuvien puuttuminen on yleistä, koska kuvista ei ole olemassa sähköisiä versioita ja alkuperäiset paperilla olevat dokumentit ovat joko lukukelvottomia tai kadonnut.

Kuntokartoituksessa tarkastettiin ensisijaisesti dokumenttien paikkansa pitävyys ja ajantasaisuus. Isossa osassa keskuksia dokumentit puuttuivat täysin. Erityisesti vanhempia keskuksia on laajennettu ja niiden käyttökohteita on muokattu vuosien aikana, joten useimmista keskuksista, joista dokumentit löytyivät, mutta eivät olleet ajan tasalla. Uudemmissa keskuksissa dokumentit olivat paikkansapitäviä ja hyvin säilytettyinä yhteen kansioon kerättyinä.

### 5.4 Aistinvaraiset tarkastukset

Kartoitukseen kuului myös aistinvaraiset tarkastukset, jotka suoritetaan käytännössä silmämääräisesti tarkastamalla, että komponentit, johtimet, kosketussuojaukset ja kannet ovat ehjiä ja asennukset asianmukaisesti tehtyjä. Suurin osa

kartoituksessa havaituista vioista tai epäkohdista havaittiin aistinvaraisten tarkastusten kautta, näitä olivat mm. irralliset kosketussuojalevyt, sisältä löytyneet irralliset ja ylimääräiset komponentit sekä keskusten päälle ja sisälle kerääntynyt sahanpuru tai pöly.

Aistinvaraiset tarkastukset tehdään käyttöönottotarkastuksissa standardin SFS 6000-6-61 mukaan ennen mittauksia ja yleensä jännitteettömässä laitteistossa, koska kyseessä on käytössä oleva tehdaslaitos, laitteiston jännitteettömäksi tekeminen ei ole mahdollista. Lisäksi kartoitukseen kuului lämpökuvaaminen, joka vaatii kuorman laitteistossa /5, 6/.

#### **5.4.1 Keskusten kosketussuojaukset**

Sähköverkkoon liitettävän sähkökeskuksen on oltava turvallinen käyttää, joten keskusten kosketusjännitesuojilla tulee estää henkilön pääseminen kosketuksiin vaarallisten jännitteellisten osien kanssa. Tämä toteutetaan joko keskuksen rakenteella tai erilaisilla kiskojen eteen asennettavilla kosketussuojalevyillä. Suojaukset vaihtelevat käyttötarkoituksen ja keskuksen osaan pääsevän henkilön mukaan, esimerkiksi avorakenteinen keskus tilaan, johon vain sähköalan ammattilainen voi päästä /8, 10, 11/.

Kartoituksessa tarkastettiin myös keskuksien kosketussuojaukset, kuten sulakekansien lasit, koteloiden lukitukset, sormisuojalety ja läpiviennit. Keskuksille on määritelty valmistajan toimesta tietty koteloluokka, joten kaapelien läpiviennit tulee toteuttaa niin, että keskuksen kotelointiluokka ja kosketussuojaus säilyy näiden jälkeenkin. Sormisuojalety tulee olla kunnolla kiinnitetty niin, ettei jännitteisiin osiin pääse käsiksi sormin. Erilaisia kosketussuojaustoimenpiteitä on erilaisia, joista voidaan käyttää yhtä tai useampaa kerralla. Erilaisia kosketussuojatoimenpiteistä on mm. suojaus jännitteisten osien eristämällä, suojuksilla, koteloinnilla tai puomeilla /10/.

#### **5.4.2 Keskusten merkinnät**

Kartoituksessa havaittiin keskuksia, joiden keskustunnus puuttui kokonaan. Puutteellisia keskusten tunnusmerkintöjä löytyi pääasiassa pienistä, nimellisvirraltaan



35-40A työpaikkakeskuksista. Kartoituksessa löytyi myös muutama keskus, joissa oli käytetty samaa tunnusta toisen keskuksen kanssa. Samassa rakennuksessa sijaitsevat keskuksat tulee olla jokainen merkittynä omalla tunnukseilla. Kartoituksessa ei kiinnitetty erityistä huomiota kojeiden tai laitteiden tunnuksiin tai merkintöihin vaan pääpainona oli keskuksien ja niiden komponenttien kunto.

## 5.5 Tarkastettavat kohteet

Tarkastettavia kohteita oli Ylihärjän kolmen tehtaan, A-hallin, B-hallin ja Aluhärmän lisäksi Vetelin ja Alahärjän tehdasalueiden sähkönsyöttöön liittyvät sähkökeskukset. Tarkastettuja keskuksia oli yhteensä 101 kappaletta, joista valtaosa sijaitsee Ylihärjän A-hallissa. Kaikista tehdasalueista tehtiin yritykselle raportti.

### 5.5.1 Ylihärjä A-halli

Ylihärjän tehdasalueen isoin yksittäinen kokonaisuus A-halli sisältää kirjoitushetkellä yhteensä 50 sähköjakeluun liittyvää keskusta eli lähes puolet kaikista työn aikana käydyistä sähkökeskuksista. A-hallissa on myös muuntamohuone, josta löytyy kaksi muuntamoaa, näiden lisäksi tehdasalueelta löytyy kaksi muuta muuntamoaa. Muuntamoiden yhteenlaskettu sähköteho on 6800kVA. Tehdasalueen sähköjakeluun liittymiskuva löytyy liitteenä lopussa. A-hallin keskuksien koko vaihtelee paljon, isoimmat hallin sähköjakeluun liittyvät keskuksat ovat nimellisvirraltaan 4000A, 1250A ja 1000A, kun taas pienimmät keskuksat ovat nimellisvirraltaan vain 32A.

A-hallia on laajennettu useampaan kertaan. Tästä syystä keskuksat eroavat toisistaan monella tapaa. Vanhimmat keskuksat ovat paitsi eri valmistajien tekemiä, myös tekniikaltaan selkeästi vanhempia kuin uudemmat, vain muutaman vuoden vanhat keskuksat. Ryhmäkeskuksessa RK20 (**Kuvio 9.**) on muovikotelointi ja suojaukseen on käytetty tulppasulakkeita uudempien automaattisulakkeiden sijaan. Erilaisen koteloinnin ohella silmiinpistävä ero liittyy keskusten koteloiden avaamiseen, muovisella koteloinnilla olevat RK32 ja RK20 kotelon avaamiseen tarvitaan ruuvimeisseliä, kun taas uudemmissa keskuksissa kotelon saa auki erillisellä sähkökeskuksen avaimella. Tällä estetään tai vähintään hankaloitetaan niin sanotun

maallikon pääsyä jännitteisten osien läheisyyteen. Tämä ei koske sulakekoteloita, joiden kannet on varustettu ruuveilla, joissa on kiintoväännin eli sulakekotelot saa auki ilman erillistä työkalua.

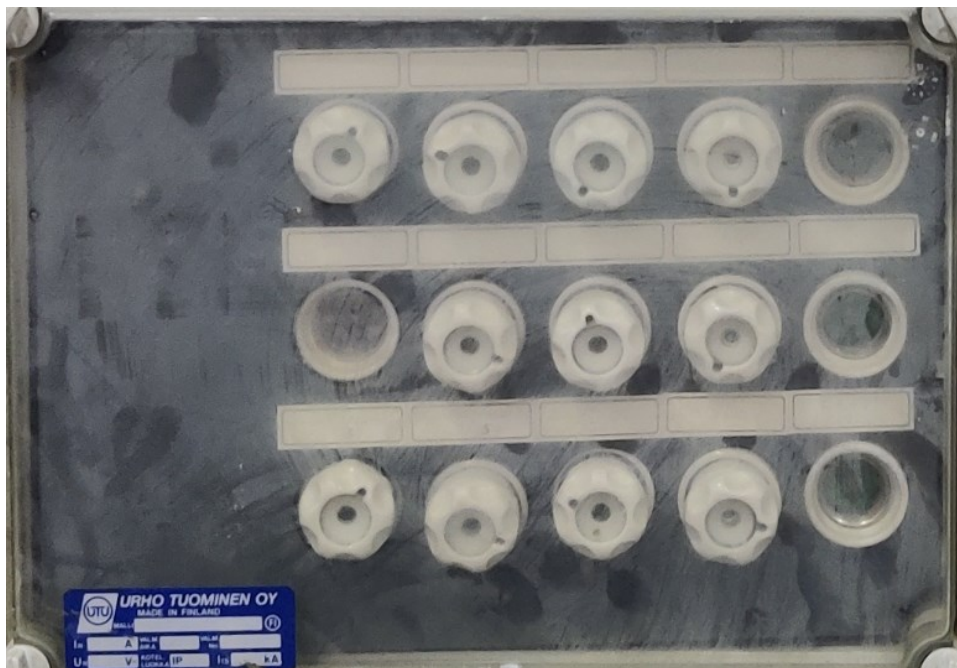


**Kuvio 9.** Keskus RK20

RK20 on selkeästi vanhempi keskus kuin keskus AK3 (**Kuvio 13.**), mutta komponentit ovat hyvin säilyneitä ja lämpökameralla ei ole havaittavissa vikoja tai alkavia vikoja. Aistinvaraisin keinoin kuitenkin huomataan, että arvokilpi on tyhjä (**Kuvio 10.**) ja osasta tulppasulakkeiden varokepesistä puuttuvat varokekannet (**Kuvio 11.**), kyseessä on vaarallinen virhe, joka tulee korjata välittömästi, koska maallikolla on mahdollisuus päästä kosketukseen vaarallisen jännitteen kanssa. Myös sormisuojalety on irti toisesta sulakekotelosta, ja toisesta se puuttuu kokonaan (**Kuvio 12.**).



**Kuvio 10.** RK20 tyhjä arvokilpi



Kuvio 11. Irti oleva sormisuojalety ja puuttuvat varokepesien varokekannet



Kuvio 12. RK20 puuttuva sormisuojalety

Puuttuvat tai vanhentuneet dokumentit ovat yleinen ongelma teollisuuslaitoksissa, koska osa keskuksista on hyvin vanhoja, joten niiden dokumenteista ei ole olemassa sähköisiä versioita ja alkuperäiset paperiset dokumentit ovat hukassa. Keskus RK20 kaipasi myös puhdistusta pölystä ja epäpuhtauksista.



**Kuvio 13.** Keskus AK3

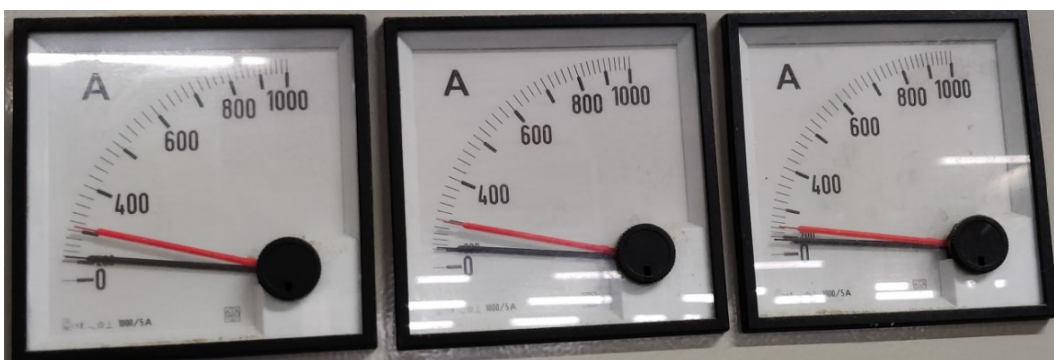
AK3 on rakennettu vuonna 2016 ja se on yksi uusimmista hallin sähkökeskuksista. AK3 nimellisvirta on 1000A, joka on huomattavasti suurempi kuin aiemmin esitelty RK20, joka on nimellisvirraltaan vain 32A. AK3 keskuksen dokumentit ovat kaikki tallella, tarkkoja ja ajan tasalla. Syöttömerkintä keskuksen ulkopuolelta puuttuu, tämä on hyvä näkyä keskuksen ulkopuolella. Keskuksessa on myös digitaalinen energia-analysaattori (**Kuvio 14.**), josta näkee mm. vaihevirratt, -jännitteet ja tehoja.

Keskuksesta AK3 on vain pieni osa käytössä, koska suurin osa kytkinvarokkeista on pois päältä (Kuvio 13.).



Kuvio 14. Energia-analysaattori

Vanhemmissa keskuksissa osassa on analogiset teho-, virta- ja jännitemittarit (Kuvio 15.), pienemmissä keskuksissa ei erillisiä mittareita ole.



Kuvio 15. Analogisia virtamittareita





**Kuvio 16.** Keskus RK32

RK32 on myös hieman vanhempi keskus, jossa ei RK20 tavoin ole muovikotelointia, vaan keskus on metallirakenteinen (**Kuvio 16.**). Koteloiden sisälle on pääsy työkalulla. Koteloiden kiinnitysruuvit ovat heikosti kiinni tai osa ruuveista puuttuu (**Kuvio 16.**). Keskuksen päälle on kasautunut ylimääräistä sinne kuulumatonta tavaraa, joka on myös yleinen ongelma teollisuushallin sähkökeskusten kanssa. Keskuksessa varokkeet on sijoitettu keskuksen ulkopuolelle, toisin kuin edellä mainituissa keskuksissa RK20 ja AK3, joka helpottaa varokkeen vaihtamista.

## 6 VIKOJEN HAVAITSEMINEN JA KORJausehdotukset

Lämpökuvauksista, vioista ja muista havainnoista laadittiin raportti yritykselle. Raportista käy ilmi välittömän korjauksen tarpeessa olevat, mahdolliset korjaustarpeet sekä lähempää tarkastusta vaativat viat/havainnot. Varsinaisia vikoja komponenteissa ei ollut yhtä isompaa kytkinvarokevikaa lukuun ottamatta, mutta kartoituksessa löytyi suhteellisen paljon pieniä kuntoon laitettavia asioita ja muutama jatkoselvitystä vaativa havainto. Raportissa keskityttiin lähinnä paikallistamaan ja dokumentoimaan viat.

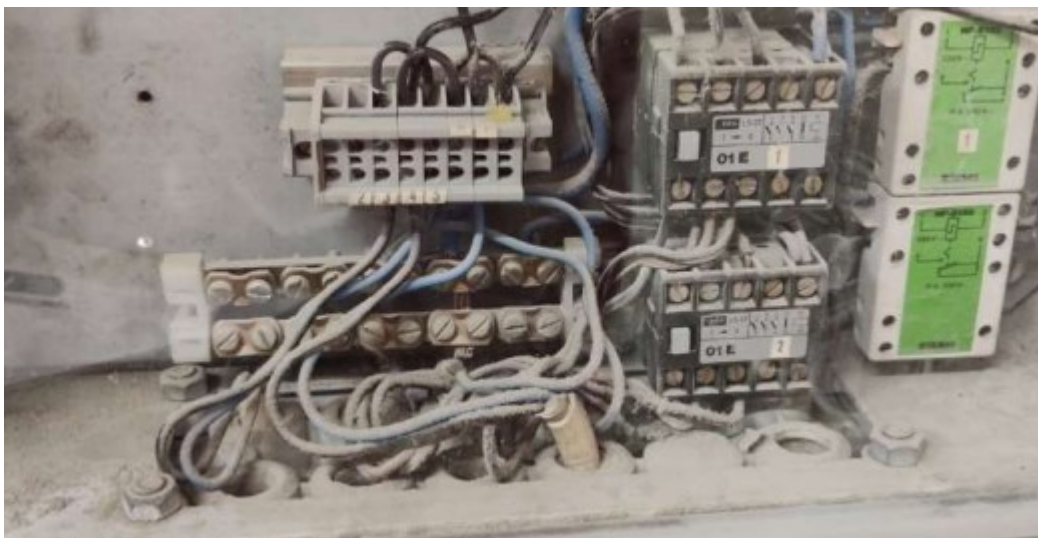
### 6.1 Kartoituksessa esille tulleista yleisimmistä vioista / havainnoista esimerkkejä ja korjausehdotuksia

Yleisimpiä työssä ilmi tulleita ongelmia keskuksilla oli ylimääräisen tavaran kerääntyminen keskusten eteen, päälle tai lohkojen sisälle. Kyseessä on varsin yleinen ongelma isoissa tehtaissa. Kartoituksessa kävi ilmi, että keskusten sisältä löytyi irrallisena eniten uusia varokkeita sekä muita yksittäisiä komponentteja (**Kuvio 17.**). Näille parempi säilytyspaikka olisi kerätä ne kootusti yhteen paikkaan, josta sulakkeet ovat helposti löydettävissä ja inventoitavissa. Koska kahvasulaketta ei saa vaihtaa kuin sähköalan ammattilainen, ei niiden säilyttämiselle keskuksen läheisyydessä ole tarvetta.



**Kuvio 17.** Uusia tai käytöstä poistettuja kahvasulakkeita

Toinen laajempi havainto oli keskuksien päälle ja sisälle päässyt pöly tai sahanpuru (**Kuvio 18.**). Suurin osa sähkökeskuksista sijaitsee lähellä työpisteitä ja erilaisia linjastoja, jonka vuoksi monen keskuksen päälle ja sisälle on päässyt pölyä, sahanpuruja tai muuta likaa, joka lisää riskiä sähköpalolle.



**Kuvio 18.** Keskuksen sisällä huomattavan paljon pölyä

Osassa keskuksista oli käytöstä poistettujen kaapeleiden vanhoja läpivientejä, jotka ovat jäänyt tukkimatta asianmukaisesti, jonka vuoksi keskuksien sisälle pääsee likaa ulkopuolelta (**Kuvio 19.**). Keskuksien epäpuhtaudet kertaantuivat erityisesti vanhemmissa keskuksissa.



**Kuvio 19.** Vanhan käytöstä poistetun kaapelin läpivienti

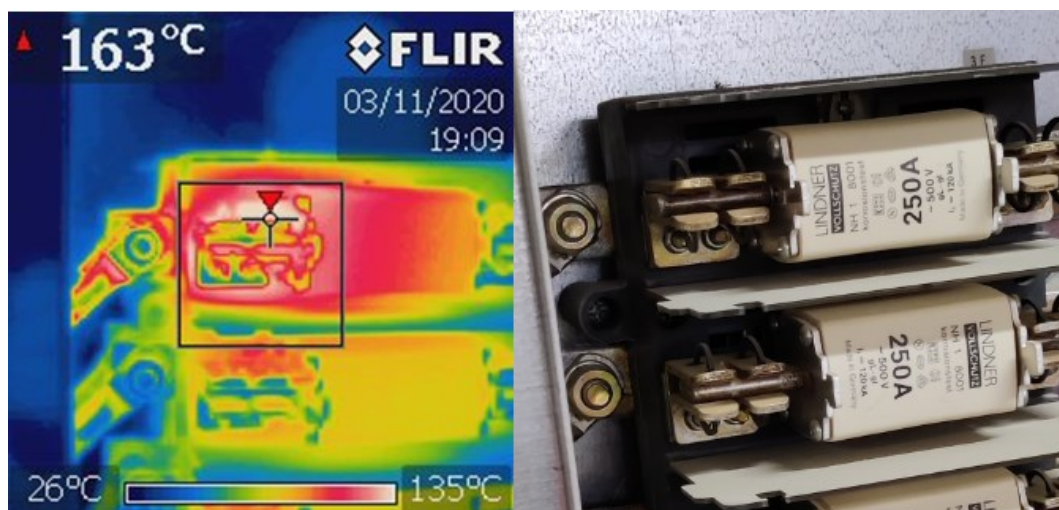


Vanhemmissa keskuksissa myös dokumentit ovat kadonneet tai ne eivät olleet ajan tasalla keskuksiin tehtyjen muutoksien jäljiltä, kuten aiemmin todettiin keskuksen RK20 kanssa. Erityisesti työpaikkakeskuksissa oli havaittavissa merkittävä määrä puuttuvia johdonsuojakatkaisijoiden merkintöjä (**Kuvio 20.**). Dokumentaatiolle ei myöskään ole kaikissa keskuksissa niille osoitettua selkeää paikkaa. Dokumentit on hyvä säilyttää keskusten läheisyydessä ja arkistoituna tai muuten tallennettuna helposti löydettävään paikkaan.



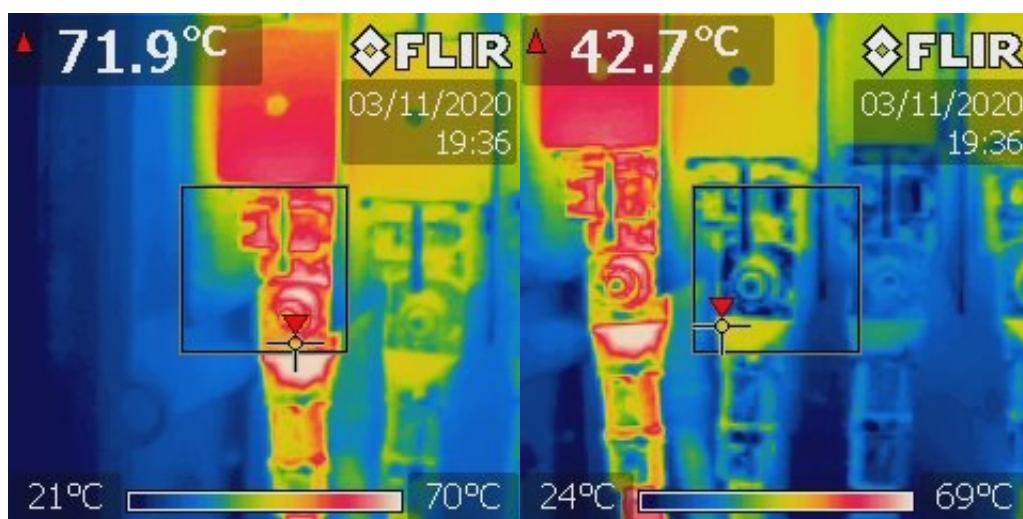
**Kuvio 20.** Työpaikkakeskuksen merkinnät puuttuvat

Kartoituksen aikana havaittu isoin ja vakavin sähköturvallisuutta vaarantanut vika (**Kuvio 21.**). Vioittunut kytkinvaroke, jossa kytkimen kärjet ovat hitsautuneet yhteen. Tämä voi pahimmillaan aiheuttaa henkilövaaran, jos kahvasulaketta vaihdettaessa ei huomaa, että koskettimet eivät aukea ja katkaise virtapiiriä. Vähintäänkin kyseessä on vakava paloturvallisuusriski korkean lämpötilan (163 °C).



**Kuvio 21.** Viallinen kahvasulake / kytkinvaroke

Toinen lämpökameralla havaittu vika löytyi toisesta kytkinvarokepaketista, jossa vaiheen yksi (L1) lämpötila on huomattavasti korkeampi kuin muiden vaiheiden (Kuvio 22.). Vialle ei löytynyt kuntokartoitusta tehdessä yksittäistä syytä ja se vaatii lisäselvitystä.



**Kuvio 22.** Vaiheen 1 lämpötila huomattavasti korkeampi kuin muiden vaiheiden

Kuntokartoitusta tehdessä mitattiin vaihevirrät pihtivirtamittarilla mahdollisen epäsymmetrisen kuorman vuoksi. Vaihevirtojen välillä ei ollut merkittävää vaihtelua eli epäsymmetristä kuormaa ei ollut. Standardi SFS-EN 50160 määrittelee

vaiheiden väliseksi suurimmaksi sallituksi vinokuormaksi  $\pm 10\%$  /15/. Vaihevirratt olivat mittausten perusteella:

- L1 68A
- L2 65A
- L3 71A

Kytkinvarokkeessa L2 vaiheen kahvasulake oli 160A (**Kuvio 23.**). Alun perin keskus on mitoitettu 200A kahvasulakkeilla eli L2 on vaihdettu virheellisesti vääränkokoinen sulake, koska kaikkien kahvasulakkeiden tulee olla samankokoisia, mutta tämän ei pitäisi vaikuttaa lämpenemään. Yksi vaihtoehto kahvasulakkeen lämpenemiselle voi olla sulakkeen huono kiinnitys, mutta sekään ei tässä tapauksessa ollut kyseessä vaan sulakkeet on kunnolla kiinnitetty. Seuraava vaihtoehto on tarkastaa kahvarokkeeseen kiinnitetyn kaapelin kiinnitys ja kiristettävä oikeaan momenttiin.



**Kuvio 23.** Erikokoiset kahvasulakkeet

## 7 YHTEENVETO

Teollisuusrakennuksille ominaisesti keskusten ikä vaihtelee paljon, osa keskuksista on muutaman vuoden vanhoja ja osa useita kymmeniä vuosia vanhoja. Vaikka osa keskuksista onkin vanhoja, ovat ne hyvässä kunnossa ja täyttävät tarkoituksensa vielä vuosiksi, iso osa keskuksista kaipaa vain hieman putsausta ja imurointia enimmästä pölystä.

Kuntokartoitus piti sisällään aiemmin todetun mukaisesti Ylihärmän kolme erillistä teollisuushallia, Alahärmän tehdasalueen ja Vetelin tehdasalueen. Työssä lämpökuvattiin ja tarkastettiin yhteensä 101 sähkönjakeluun liittyvää pää-, ryhmä-, jakoja ja työpaikkakeskusta. Työssä löytyi yksi viallinen kytkinvaroke, joka oli jo siinä vaiheessa paloturvallisuusriski ja olisi voinut aiheuttaa henkilö- tai materiaalivahinkoja, joten se vaihdettiin heti. Viallisen kytkinvarokkeen lisäksi tuli ilmi myös muutama mahdollisesti alkava komponenttivika sekä lisäselvitystä vaativa huomio.

Yhteenvetona keskusten kuntokartoituksesta voidaan todeta, että työn tarkoitus täyttyi ja työ tuli tarpeeseen ja siitä oli sekä yritykselle että tekijälle hyötyä. Keskuksia on vuosien varrella tullut paljon lisää ja vaikka työstä laadittu lämpökuvausraportti ei ole virallinen raportti, auttaa se kuitenkin selvittämään pääpiirteittäin missä kunnossa tehdasalueiden sähkönjakeluun liittyvät sähkökeskukset ovat. Raporttiin kirjattujen vikojen ja havaintojen avulla saadaan keskukset suunnitellusti korjattua ja tätä kautta parannettua sähköturvallisuutta.

Sähköturvallisuuslain pykälässä 49§ kerrotaan sähkölaitteiston määräaikaistarkastuksista. Teollisuuslaitoksessa määräaikaistarkastus tulee suorittaa 10 vuoden välein. Edellinen määräaikaistarkastus on suoritettu noin vuosi sitten kohdan 75§ tarkoitetun valtuutetun tarkastajan toimesta. Lämpökuvauksia suositellaan tekemään noin kolmen vuoden välein.

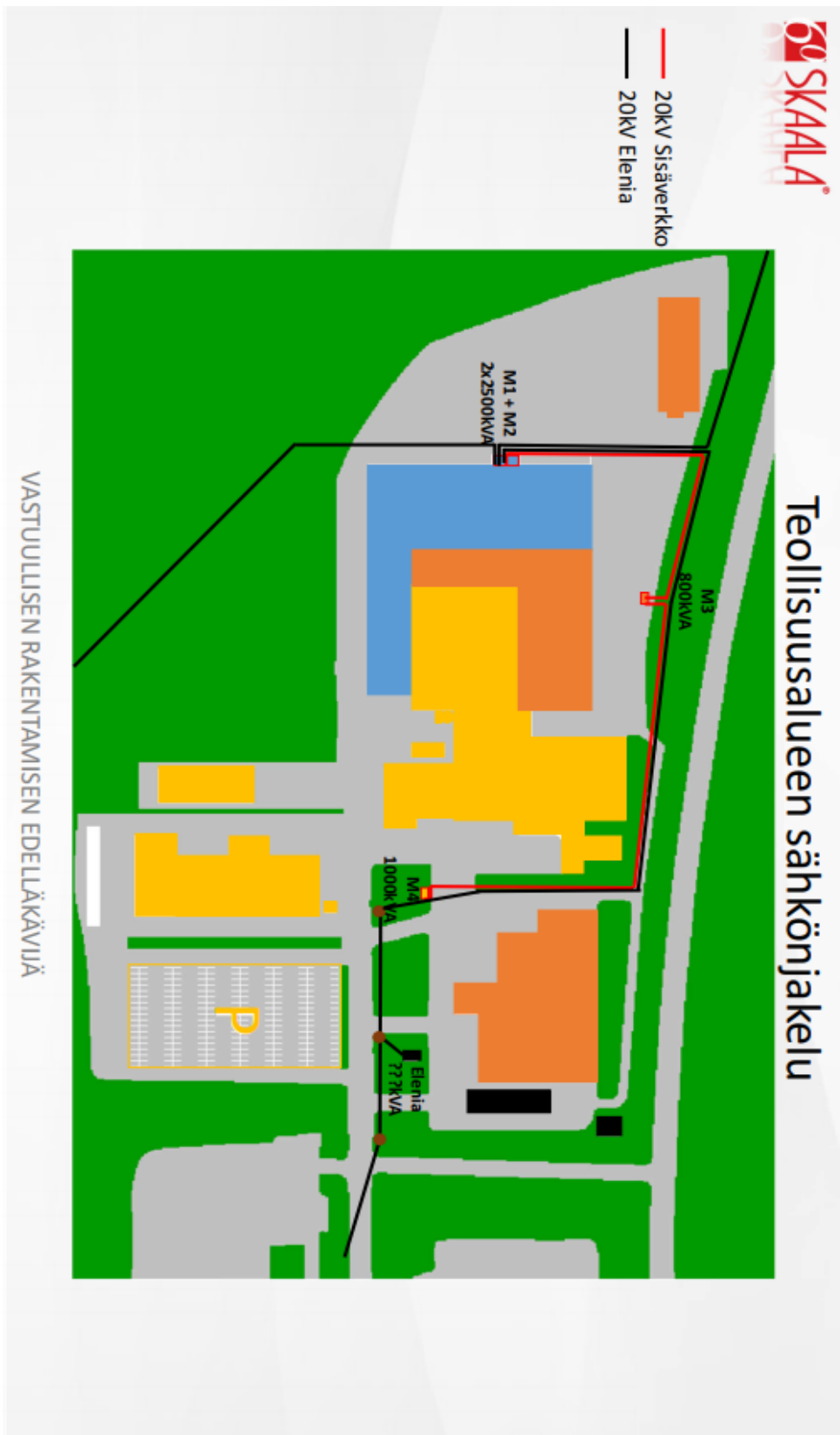
## LÄHTEET

- /1/ Skaala IFN Oy Viitattu 20.10.2020.  
<https://www.skaala.com/fi/>
- /2/ Rousku, H. 2014. Sähkölaitteiston lämpökuvaus voi säästää tulipalolta. Viitattu 19.10.2020.  
<https://promaintlehti.fi/Kunnonvalvonta-ja-kayttovarmuus/Sahkolaitteiston-lampokuvaus-voi-saastaa-tulipalolta>
- /3/ Hatakka, S., 2014. Sähkölaitteistoista aiheutuneet tulipalot ja palovaarat Suomessa – esiselvitys. Viitattu 20.10.2020.  
[https://tukes.fi/documents/10197/8647605/Sahkolaitteistoista\\_aiheutuneet\\_tulipalot\\_ja\\_palovaarat\\_2014.pdf](https://tukes.fi/documents/10197/8647605/Sahkolaitteistoista_aiheutuneet_tulipalot_ja_palovaarat_2014.pdf)
- /4/ Fluke Corporation & The Snell Group. Introduction to Thermography Principles. 2009.
- /5/ Infradex Oy. Lämpösäteily ja infrapuna. Viitattu 21.10.2020.  
<https://www.infradex.com/lamposateily-ja-lampokamera/>
- /6/ Infradex Oy. Lämpökuvauksen teoria. Viitattu 21.10.2020.  
<https://www.infradex.com/wp-content/uploads/2016/08/teoria.pdf>
- /7/ Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähkölaitteistojen käyttöönotosta ja käytöstä 517/96. 1996.
- /8/ Sähköturvallisuuslaki 1135/2016. 2016.
- /9/ SFS–EN 60445 Perus- ja turvallisuusperiaatteet ihmisen ja koneen väliselle rajapinnalle, merkinnöille ja tunnistamiselle. Laiteliittimien, johdinpäiden ja johtimien tunnistaminen. Helsinki: Suomen standardoimisliitto SFS. 2017.
- /10/ SFS–EN 61439-1 Pienjännitekeskukset Osa 1: Yleisvaatimukset. Helsinki: Suomen standardoimisliitto SFS. 2013.
- /11/ SFS 6000-7-729 Pienjännitesähkösäennukset Osa 7-729: Erikoistilojen ja asennusten vaatimukset. Jakokeskusten asentaminen. Helsinki: Suomen standardoimisliitto SFS. 2017.
- /12/ ST 51.09. 2013. Sähkötekniset liitokset alle 1000 V vaihtovirta-asennuksissa. Espoo: Sähkötieto ry ST-kortisto. 2013.
- /13/ SFS 6000-6 Pienjänniteasennukset. Osa 6: Tarkastukset. Helsinki: Suomen standardoimisliitto SFS 2012.
- /14/ SFS 6000-5-51 Pienjänniteasennukset Osa 5-51: Sähkölaitteiden valinta ja asentaminen. Helsinki: Suomen standardoimisliitto SFS 2017.

- /15/ Turvallisuus- ja kemikaalivirasto (Tukes). Sähkötapaturmat ja sähköpalot. Viitattu 21.10.2020.  
<https://tukes.fi/onnettomuudet/yhteenvedot-onnettomuuksista-toimialoittain/sahkotapaturmat-ja-sahkopalot>
- /16/ Technical Data FLIR i7. 2013. Viitattu 22.10.2020.  
[https://www.elfadistelec.fi/Web/Downloads/n\\_51/i7\\_60101-0301\\_en\\_51.pdf](https://www.elfadistelec.fi/Web/Downloads/n_51/i7_60101-0301_en_51.pdf)
- /17/ SFS–EN 50160 Yleisestä jakeluverkosta syötetyn sähkön jänniteominaisuudet. Helsinki: Suomen standardoimisliitto SFS. 2010.
- /18/ ST 53.62. Sähkölaitteistojen lämpökuvaus. Sähkötieto ry. 2014. Viitattu 21.10.2020.

## LIITE 1

Asemapiirros Ylihärjän teollisuusalueen sähkönjakelusta.



## LIITE 2

A-hallin raportista otettu sisällysluettelon ensimmäinen sivu.

### SISÄLLYSLUETTELO

NK1 .....	4
JK1.....	7
PK1.....	9
Q1.....	12
Q2.....	13
KELLARI (EI TUNNUSTA).....	15
KELLARIN SISÄÄNKÄYNNIN VIERESSÄ (EI TUNNUSTA).....	16
JK15.....	17
MYYJIEN TOIMISTON SISÄÄNKÄYNNIN VIERESSÄ.....	18
JK13.....	19
RK18 .....	20
LAATIKOT I-III .....	22
RK14 .....	23
JK11.....	25
PK2.....	27
NK3 .....	28
RK32 .....	29
RK15 .....	30
TPKV2.....	32
TPKV1.....	33
NK2 .....	35
RK 1B.....	38
RK21 .....	39
RK20 .....	40
TPK5 .....	41
RK16 .....	42
TPK7 .....	43
TPK61 .....	44
Q4 .....	45
NK30 .....	46
LOGISTIIKKA KOPPI .....	49
PRESSUHALLI 1.....	50
PRESSUHALLI 2.....	51
RK1 / TPK1.....	52



## LIITE 3

A-hallin raportista otettu sisällysluettelon toinen sivu.

TPK2 .....	53
TPK1 .....	54
AK2 .....	56
KK1 .....	57
TPK6 .....	59
AK3 .....	60
TPK66 .....	61
TPK3 .....	62
TPK4 .....	63
TPK5 .....	64
AK4 .....	65
AK4 vieressä (tunnus puuttuu) .....	66
RK12-LAAJ .....	67
AK1 .....	68
RK11-LAAJ .....	70
JK12 .....	71
PK1 .....	72
PK2 .....	73
LIITE 1 .....	74
LIITE 2 .....	75
LIITE 3 .....	76
LIITE 4 .....	77

## LIITE 4

Tehdystä raportista otettu esimerkkisivu keskuksesta PK1.

**PK1**

---

Avattu kaikki kannet

Virta: 1000A

Muuta: Sähkökuva löytyy. Löytynyt viallinen kytkinvaroke. Kytkimen kärjet hitsautuneet yhteen. Lämpökameralla havaittu lämpötila n. 160 °C. Vaihdettu uuteen.



PK1

Havainnot keskuksesta ja viat kuvineen:

Korjattava:

- Keskuksen päällä tavaraa.
- C01 Sahanpurua huomattavan paljon
- D04 Sahanpurua huomattavan paljon
- G03 tulppasulakkeiden lasia rikki (2 kpl)

## LIITE 5

Tehdystä raportista otettu esimerkkisivu.



Sahanpurua lohkoissa C01 ja D04. Imuroitava.



Lämpokuva B02 viallinen kytkinvaroke.

## LIITE 6

Tehdystä raportista otettu esimerkkisivu keskukselta JK13.

**JK13**

---

Virta: 63A (vanhoista tiedoista)

Muuta: Sähkökuva puuttuu. Kilpi ei näkyvässä, kansi/kehys asennettu alkuperäisen kilven päälle, joka peittää tiedot.



JK13, kilpi jäänyt kehyksen alle.

## LIITE 7

Keskuksien kuntokartoitukseen luotu pohja.

Skaala IFN Oy, A-halli, Yrittäjätie 25

Päivämäärä:

## Keskus:

---

### Sijainti:

---

Avattu kaikki kannet:

Ei avattu:

Virta:

Sähkökuva puuttuu:

**Havainnot keskuksesta**

•  
•  
•  
•  
•

Tarkastettava

Korjattava

**Havaitut viat (aistinvaraiset)**

•  
•  
•  
•  
•  
•  
•  
•

Tarkastettava

Korjattava

**Havaitut viat lämpökameralla**

•  
•  
•  
•  
•  
•  
•  
•

Tarkastettava

Korjattava

**Muuta**

•  
•  
•  
•

Tarkastettava

Korjattava