



Erik Mattsson

Sähkökeskusten huolto ja kunnos- sapito suunnitelma

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkö- ja automaatiotekniikka

Insinöörityö

23.5.2025

Tiivistelmä
Tekijä: Erik Mattsson

Otsikko: Sähkökeskusten huolto sekä kunnossapito
Sivumäärä: 43 sivua + 2 liitettä
Aika: 23.5.2025

Tutkinto: Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma: Sähkö ja automaatiotekniikka
Ammatillinen pääaine: Kiinteistöjen sähkötekniikka
Ohjaajat: Lehtori Kai Virta
Tiimipäällikkö Jari Kiuru

Tämä opinnäytetyö käsittelee sähkökeskusten kunnossapitohuoltoja ja siihen soveltuvia huoltotoimia. Sähköturvallisuuslaissa on määritelty sähkölaitteiston haltijalle tiettyjä toimenpiteitä, joilla varmistetaan, että sähkölaitteisto on nykymääräysten mukainen ja toimii turvallisesti.

Opinnäytetyössä perehdyttiin olemassa olevaan sähköturvallisuuslakiin, SFS-standardeihin ja Tukesin materiaaleihin sähkölaitteistoista. Työhön sisältyi kahteen eri kohteeseen suoritettuja sähkökeskusten huollot, joissa tehtiin erityyppisiä tarkastuksia, mittauksia ja lämpökuvauksia.

Opinnäytetyöstä saatiin käsitys siitä, että tasaisin määräajoin suoritettuja sähkökeskusten huollot ovat tärkeitä sähkölaitteiston toimivuuden ja sähköturvallisuuden kannalta. Opinnäytetyön tuloksena tehtiin pöytäkirjapohja ja selkeämmät työohjeet sähkökeskusten huoltoihin. Opinnäytetyön tuloksia voidaan hyödyntää sähköturvallisuuden parantamiseen sekä selkeyttämään toimintatapoja sähkökeskushuoltojen toimenpiteissä.

Avainsanat: sähkökeskus, huolto-ohje, kunnossapito

Tämän opinnäytetyön alkuperä on tarkastettu Turnitin Originality Check -ohjelmalla.

Abstract

Author: Erik Mattsson
Title: Maintenance and Service of Electrical Switchboards
Number of Pages: 43 pages + 2 appendices
Date: 23 May 2025

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Electrical and automation engineering
Professional Major: Electrical Building Services
Supervisors: Kai Virta, Senior Lecturer
Jari Kiuru, Team manager

Maintenance and servicing of electrical switchboards in properties maintains the electrical safety of the properties. Regular maintenance performed at regular intervals improves the safety of electrical switchboards in properties and the lifespan of electrical switchboards in use. This thesis work examined the possible deficiencies in electrical switchboards and electrical equipment of the Urban Environment Division of the city of Helsinki, and any deficiencies noticed were marked in protocol template.

In this thesis, a protocol template and work instructions were created for the Urban Environment division of the city of Helsinki, in order to extend the lifespan of electrical switchboards.

Maintenance and servicing of electrical switchboards is often outsourced to an external contractor. The purpose of this thesis work was to prepare a protocol template for contractors. The protocol template will be handed over to Helsinki Urban Environment division by the contractor after completing the work.

This thesis is based on electrical safety act, standards and previous work performed by the contractors.

Keywords: Electric switchboard, maintenance instructions, maintenance

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Lait, asetukset ja sähkölaitteistoja velvoittavat standardit	2
2.1	Sähkötilat ja sähkölaitteistot	2
2.2	Sähkölaitteistosta vastaavat henkilöt	3
2.3	SFS-standardit ja ST-kortistot	5
3	Sähkökeskuksen huollossa ja kunnossapidossa käytetyt menetelmät	6
3.1	Silmämääräiset tarkastukset	8
3.2	Lämpökuvaus	9
3.3	Mittaukset ja koestukset	11
3.4	Dokumentointi ja merkinnät	12
3.5	Sähkökeskustilat	13
4	Opinnäytetyössä tehdyt sähkökeskushuollot	16
4.1	Käytetyt työvälineet	16
4.2	Huoltokohde 1	19
4.2.1	JK-1	20
4.2.2	Keskustilojen tarkastus	21
4.2.3	Dokumentit sekä merkinnät	23
4.2.4	Silmämääräiset tarkastukset	24
4.2.5	Lämpökuvaus	26
4.2.6	Mittaukset sekä koestukset	27
4.3	Huoltokohde 2	29
4.3.1	RK-30	30
4.3.2	Keskustilan tarkastus	30
4.3.3	Dokumentit sekä merkinnät	32
4.3.4	Silmämääräiset tarkastukset	34
4.3.5	Lämpökuvaus	36
4.3.6	Mittaukset, koestukset ja virtakiskoston kiristys	38
5	Yhteenveto	40
	Lähteet	42
	Liitteet	
	Liite 1: Sähkökeskushuollon pöytäkirja JK-1	
	Liite 2: Sähkökeskushuollon pöytäkirja RK-30	

1 Johdanto

Sähkökeskukset ovat olennainen osa sähkönjakelujärjestelmää. Kyseisessä järjestelmässä niiden vakaa toiminta on oleellista kiinteistöjen, sairaaloiden sekä kotitalouksien sähköturvallisuuden sekä toiminnan kannalta. Sähkölaitteistot eivät kuitenkaan pysy itsestään toimintakuntoisina. Laitteistojen komponentit, sähköasennukset sekä asennuksissa käytetyt kalusteet kuluvat käytössä. Laitteistoissa vikaantuneet komponentit sekä löysentyneet liitokset voivat saada aikaan vaarallisia tilanteita tai tulipalon vaaran. Sähkölaitteiston käyttötarpeet muuttuvat kiinteistön elinkaaren mukana, eivätkä sähköasennukset sekä sähkölaitteisto pysy vaatimusten mukaisina.

Sähkölaitteiston kuntoa on seurattava aktiivisesti, jotta mahdolliset puutteet sekä vikatilanteet saadaan huomattua sekä korjattua mahdollisimman nopeasti. Tasaisin väliajoin pidettävät määräaikaishuollot kasvattavat sähkölaitteiston käyttöikää ja takaavat kiinteistön sekä sen käyttäjien turvallisuuden. Määräaikaishuollossa varmistetaan, että sähkölaitteisto on turvallinen ja laitteistoa on pidetty asianmukaisessa kunnossa.

Opinnäytetyö käsittelee sähkölaitteistoluokan 1 sähkölaitteistoja. Luokkiin 2 ja 3 kohdistuu omat erityyppiset vaatimuksensa, sekä niille tulee olla kokonaan omat kunnossapidon ohjelmansa.

Opinnäytetyö tehtiin yhteistyössä Helsingin kaupungin kaupunkiympäristöpalveluiden tiimipäällikkö Jari Kiurun kanssa. Työn tavoitteena oli saada kaupunkiympäristöpalveluiden käyttöön pöytäkirjapohja ja työohjeistus sähkökeskuksien sekä sähkötilojen käyttöön. Tasaisin välein suoritettavat huollot ennaltaehkäisevät vikoja ja vaaratilanteita.

2 Lait, asetukset ja sähkölaitteistoja velvoittavat standardit

Sähkölaitteiston määräaikaishuollon sekä kunnossapidon kannalta määrävin laki on sähkötyöturvallisuuslaki 1135/2016. Lain tarkoituksena on varmistaa sähkölaitteistojen turvallinen toimivuus, ehkäistä sähkömagneettisia haittavaikutuksia sekä turvata mahdollisten sähkölaitteiston vikaantumisesta aiheutuvien haittojen vaikutukset vahingonkärsijälle. Lisäksi laki takaa, että sähkölaitteistot ovat vaatimusten mukaisia. Sähkölaitteiston on täytettävä lain esittämät minimivaatimukset. Jos ne eivät ole kunnossa, voidaan laitteiston käyttöä rajoittaa tai pahimmassa tilanteessa laitteisto pistetään kokonaan käyttökieltoon. (1.) Tässä luvussa perehdytään voimassa oleviin lakeihin, asetuksiin ja standardeihin sähkölaitteiston vaatimuksista.

2.1 Sähkötilat ja sähkölaitteistot

Sähkötiloilla tarkoitetaan rakennuksen alueita tai huoneita, joissa sijaitsee sähköjärjestelmiin kuuluvia osia, kuten sähkökeskuksia, muuntajia tai pääkeskus. Sähkötilat pyritään sijoittamaan turvallisiin ja helppokulkuisiin paikkoihin. Sähkötiloihin on pääsy vain sähköalan ammattihenkilöillä tai opastetulla henkilöllä. (2.) Kuvassa 1 on esimerkki huomiokilvestä, joka on sijoitettu sähkötilan ulko-oveen. Pääkeskus on sijoitettava helposti saavutettavaan paikkaan, kuten pääkeskushuoneeseen tai -komeroon. Pientalossa mittaus- ja pääkeskus voidaan vaihtoehtoisesti sijoittaa tekniseen tilaan, johon on suora käynti ulkoa, mikä helpottaa huoltoa ja mittarin lukua. Sähkötiloille on voimassa kolme selkeää vaatimusta:

- Sähkötilat on merkittävä selkeästi ja näkyvästi tarpeellisilla kilvillä.
- Sähkötiloihin saavat päästä vain henkilöt, joilla on lupa siihen.
- Sähkötilojen ovista pitää olla mahdollista poistua ulkopuolelle avaamalla ne ilman avainta, työkalua tai muuta laitetta, joka ei ole osa avausmekanismia. (3.)



Kuva 1. Huomiokilpi, joka kiinnitetään sähkökeskuksen ulko-oveen (4).

2.2 Sähkölaitteistosta vastaavat henkilöt

Sähkölaitteiston haltijalla ja käytönjohtajalla on keskeinen rooli sähkölaitteiston turvallisuudesta huolehtimisesta. Sähköturvallisuuslain mukaan heille on määritelty velvollisuuksia. Haltija on useimmiten sähkölaitteiston omistaja, mutta hän voi olla esimerkiksi kiinteistöstä vastaava isännöitsijä tai vuokralainen.

Sähkölaitteiston haltija vastaa laitteiston turvallisuudesta, kunnossapidosta ja siitä, että laitteisto täyttää lain vaatimukset. Haltijan velvollisuutena on valvoa laitteiston kuntoa ja turvallisuutta sekä huolehtia, että havaitut puutteet ja viat korjataan viivytyksettä. Sähkölaitteiston haltijan on taattava, että luokkien 2 ja 3 sähkölaitteistoille on laadittu sähköturvallisuutta ylläpitävä kunnossapito-ohjelma. Sähkölaitteistot on jaettu kolmeen eri laitteistoluokkaan. Käytössä olevien luokkien 1 ja 2 laitteistojen määräaikaishuollot suoritetaan maksimissaan kymmenen vuoden välein. Jos luokan 1 sähkölaitteisto on otettu käyttöön ennen 1.1.2017, seuraava määräaikaishuolto on 15 vuoden kuluttua käyttöönotosta ja ensimmäisen määräaikaishuollon jälkeen maksimissaan kymmenen vuoden välein. Sähkölaitteiston haltija vastaa, että määräaikaishuollot suoritetaan. Kuvassa 2 näkyy Tukesin tarkastusvälit eri sähkölaitteistoluokille. Haltija voi

kuitenkin suorittaa määräaikaistarkastuksia tiheämmin kuin enimmäisvälit velvoittavat.

TARKASTUSVÄLIT MÄÄRÄYTYVÄT SÄHKÖLAITTEISTOLUOKAN MUKAAN:

Laitteistoluokka	Laitteisto	Tarkastusväli
Luokka 3	verkkoyhtiöiden sähköverkot	5v
Luokka 2	yli 1000V osia sisältävät laitteistot, liittymisteholtaan yli 1600kVA:n pienjännitelaitteistot	10v
Luokka 1	pääsulakkeiltaan yli 35A:n sähkölaitteistot (liike-, julkiset ja teollisuusrakennukset, maatalousrakennukset, yleisten paikkojen asennukset)	10v

Kuva 2. Sähkölaitteistojen tarkastusväli on 5 vuotta verkkoyhtiöiden sähköverkoille ja 10 vuotta muille sähkölaitteistoille (5).

Sähkölaitteistolle tarvitaan käytönjohtaja luokissa 2 ja 3. Käytönjohtajalle on laissa määriteltyjä velvollisuuksia. Käytönjohtajan tulee olla sähköalan ammattihenkilö, jolla on riittävä pätevyystodistus. Käytönjohtajan tehtävänä on varmistaa sähkölaitteiston turvallinen käyttö. Sähköturvallisuuden asiantuntijana hän vastaa siitä, että sekä hänen että sähkölaitteiston haltijan vastuulle ja valvontaan kuuluvat tehtävät hoidetaan asianmukaisesti. Jos käytönjohtaja on estynyt hoitamasta tehtävänsä, on laitteiston haltijan nimettävä uusi käytönjohtaja kolmen kuukauden sisällä. Käytönjohtajan tehtäviä on käytännössä:

- Sähkölaitteiston käyttö sekä suur- että pienjännitteisten osien osalta on turvallista.
- Sähkölaitteistolle on laadittu laitteistokohtainen, sähköturvallisuuden ylläpitävä, kalenteriaikaan (mahdollisesti käyttöön) sidottu kunnossapito-ohjelma.
- Laitteistolle tehdään kunnossapitosuunnitelman mukaiset toimenpiteet ja töiden suorituksesta pidetään kirjaa.
- Sähkölaitteiston kuntoa valvotaan huollon ja kunnossapidon lisäksi käyttäjien omien toimien ohessa tehtävällä ns. käyttöseurannalla.
- Havaitut puutteet ja viat poistetaan riittävän nopeasti
- Sähkölaitteistolle suoritetaan säädösten edellyttämät määräaikaistarkastukset (valtuutettu tarkastaja tai laitos).
- Pöytäkirjoissa mahdollisesti todetut puutteet korjataan ja dokumentoidaan siten, että puutteet voidaan osoittaa korjatuiksi.
- Laitteiston lisäys-, muutos- sekä laajennustöille on tehty säädösten edellyttämät käyttöönotto- ja varmennustarkastukset.
- Haltijalle on luovutettu tarkastuspöytäkirjat ja havaitut puutteet on korjattu.
- Sähkölaitteiston käyttöön ja hoitoon tarvittavat välineet, piirustukset, kaaviot ja ohjeet ovat käytettävissä ja ajan tasalla.
- Laitteistoa koskevat ilmoitukset ja niihin liittyvät muutokset tehdään Tukesin rekisteriin.
- Sähkölaitteiston käyttötöitä ja niihin rinnastettavia töitä itsenäisesti tekevillä ja valvovilla henkilöillä on riittävä kelpoisuus tai muuten riittävä ammattitaito ja henkilöt ovat opastetut tehtäviinsä. (6.)

2.3 SFS-standardit ja ST-kortistot

Sähköalalla standardit täydentävät lainsäädännöllisiä vaatimuksia. Sähkölaitteistojen sekä sähkölaitteiden turvallisuutta ja sähkömagneettista yhteensopivuutta määrittelevät vaatimukset tulevat eurooppalaisista direktiiveistä, asetuksista sekä kansainvälisistä lainsäädännöistä. Standardien mukaan toimimalla täytetään sähköturvallisuuslain vaatimukset.

Suomessa sähköalan standardit valmistelee SESKO ry, ja SFS Suomen Standardit huolehtii niiden julkaisuista. Sähköalan SFS-standardit perustuvat lähes kokonaan kansainvälisiin IEC-standardeihin sekä eurooppalaiseen CENELEC-standardiin. Suomessa tärkeimmät käytössä olevat sähköalan standardit ovat

- standardisarja SFS 6000 Pienjännitesähköasennukset, joka perustuu eurooppalaiseen HD 60364 standardiin, mutta on mukautettu Suomen olosuhteisiin ja lainsäädäntöön
- standardi SFS 6001 Suurjännitesähköasennukset, joka perustuu eurooppalaisiin ja kansainvälisiin standardeihin
- standardi SFS 6002 Sähkötyöturvallisuus, joka varmistaa, että sähköitä tehdään turvallisesti ja ilman vaaraa työntekijälle tai ympäristölle (7).

Sähkötietokortisto on Sähkötieto ry:n julkaisema monipuolinen sähköalalla työskenteleville sekä opiskeleville tarkoitettu tietolähde. Lähes 50 vuotta julkaistu ST-kortisto opastaa säädösten ja standardien mukaisiin oikeisiin toimintatapoihin sähköalalla. ST-kortisto sisältää ST-kortteja, -käsikirjoja, -ohjeistoja ja esimerkkejä, jotka on jäsennelty sähkönimikkeistön mukaisesti. ST-kortisto löytyy Sähköinfon Severi -palvelusta (severi.sahkoinfo.fi) internetistä ja sisältää noin 14 000 sivua.

Sähkölaitteiston kunnossapito on myös huomioitu ST-kortistossa, ja sieltä löytyykin paljon erilaisia ohjeita ja materiaalia aiheeseen liittyen. Keskeisimpinä kortteina ovat

- ST 96.01 Sähkö- ja tietoteknisten järjestelmien huolto- ja kunnossapito-ohjelmien laatiminen
- ST 96.70.02 Sähkö- ja tietoteknisten järjestelmien huolto- ja ylläpitosuunnitelma
- ST 53.62 Sähkölaitteistojen lämpökuvaus
- ST 97.01 Asuinhuoneiston ja -rakennuksen sähköasennusten kunnossapitotarkastuspöytäkirja.

3 Sähkökeskuksen huollossa ja kunnossapidossa käytetyt menetelmät

Sähkökeskuksen ja keskustilan huoltoon on monenlaisia toimintatapoja, eikä siihen ole erikseen mitään yhtä ja ainutta oikeaa toimintatapaa. Tärkeimpänä kuitenkin on, että huollot sekä tarkastukset tulee tehdä ja mahdolliset viat sekä puutteet saadaan korjattua. Huoltoa tehdessä tarkastellaan keskusta

silmämääräisesti, suoritetaan lämpökuvauksia, mittauksia, testauksia sekä koestuksia. Kokonaisuuden kannalta järkevimpänä tapana on toimia jokaisessa huoltokohteessa samaa kaavaa noudattaen, jotta pysyy itse varmistumaan siitä, että työ tulee tehdyksi kunnolla. Sähköturvallisuuslaissa on esitetty selkeät kolme vaatimusta suoritettaville määräaikaistarkastuksille:

- Sähkölaitteiston käyttö on turvallista, kunnossapito on riittävää turvallisuuden ylläpitämiseksi ja laitteistolle on tehty kunnossapito-ohjelman mukaiset toimenpiteet.
- Sähkölaitteiston käyttöön ja hoitoon tarvittavat välineet, piirustukset, kaaviot ja ohjeet ovat käytettävissä.
- Sähkölaitteiston laajennus- ja muutostöistä on asianmukaiset tarkastus-
pöytäkirjat. (8.)

Työn apuna kannattaa täyttää raporttipohjaa tai muistilappua sitä mukaa, kun työtä tekee. Samalla siihen tulee automaattisesti täytettyä mahdolliset viat ja puutteet sähköturvallisuudesta.

Paikalle saapumisen ja avainten saannin jälkeen järkevintä on suunnata ensimmäisenä sähköpääkeskukselle. Sinne on sijoitettu seinälle yleensä nousujohto-kaavio, josta selviää kohteen muitten sähkökeskusten määrä. Samalla pääkeskustilasta kannattaa katsella tasokuvia, jotka yleensä sinne on sijoitettu. Niistä pystyy hahmottamaan muitten sähkökeskusten sijainnit rakennuksessa. Tasokuvat olisi suotavaa painaa mieleen tai ottaa valokuvat niistä, jotta löytää keskuksille. Varsinkin vanhemmissa rakennuksissa voi olla hankalaa löytää perille ja sähkökeskuksia voi löytyä yllättävistäkin paikoista, esimerkiksi komeroista tai kaappien sisältä.

Työt tehdään useimmiten tavalliseen työaikaan, jolloin kohteissa on muutakin toimintaa. Kohteissa pyritään töitten aiheuttamien häiriöiden minimointiin normaaliarjessa ja vikoja löydettyä myös henkilökuntaa tulee informoida. Kouluissa ja päiväkodeissa sähkökeskuksia voi löytyä opetus- tai ryhmätiloista, jolloin henkilökunnan kanssa tulee keskustella siitä, milloin tilaan voi tulla tekemään työt.

3.1 Silmämääräiset tarkastukset

Määräaikaishuoltoihin kuuluu oleellisesti silmämääräinen tarkastus koko työn ajan sähkökeskuksessa sekä sähkötilassa. Useimmiten puutteet sekä viat huomataan tässä vaiheessa työtä. Käytännössä tarkastetaan, että kaikki johtimet, liittimet, läpimenolaipat, kosketussuojat, vikavirtasuojat, johdinsuojakatkaisijat ja keskusrakenteet ovat kunnossa ja asennetut standardien mukaisesti. Samalla katsotaan, että keskukselle on esteetön pääsy. Keskustilan edessä pitää olla vähintään 0,8 m tilaa koko sähkökeskuksen leveydeltä. Kuvassa 3 on esimerkki huomiokilvestä, joka sijoitetaan sähkökeskuksen ulkopuolelle. Ilmanvaihto sekä jäähdytys sähkötilassa todetaan aistinvaraisesti, ettei maksimilämpötila ylitä. Tässä työvaiheessa olisi hyvä olla kaksi työntekijää, sillä neljä silmää näkee aina paremmin kuin kaksi.



Kuva 3. Varoituskyltti, joka kieltää sähkökeskuksen edustan käytön varastopaikkana (9).

3.2 Lämpökuvaus

Lämpökuvaus on yksi tärkeimmistä menetelmistä sähkökeskuksen huoltoja tehdessä. Lämpökuvausta tehdessä käytetään lämpökameraa, joka mittaa infrapunasäteilyä virrallisista sähkölaitteiston osista. Sähkölaitteiston yleisimpiin ongelmiin kuuluva kuumeneminen voi aiheuttaa oikosulun, mikä voi aiheuttaa sähköpalon. Kuumenemista yleensä aiheuttavat liian suuret virrat, eristysviat, väärinmitoitettut laitteiston komponentit tai liian pienet vastukset. Lämpökuvauksen tavoitteena on löytää laitteistosta ylikuumenneet osat ja sen avulla estää mahdollisen palon syttyminen.

Lämpökuvauksen suorittavan henkilön tulee olla sähköalan ammattihenkilö, joka huolehtii sähkötyöturvallisuudesta mittauksien ajan. Lämpötilojen nousu laitteistossa voi johtua monesta syystä, joten kuvauksen suorittajan tulee ymmärtää mittauksessa käytetyn laitteiston toiminta, termodynamiikan perusteet, infrapunamittauksen tekniikat sekä virtojen mittaukset. Lämpökuvaajan tulee olla kyvykäs päättämään kuvauksen jälkeen, onko laitteistossa vikatilanne sekä mikä vian aiheuttaa.

Lämpökuvauslaitteistolle on ST-kortiston kortissa ST 53.62 aseteltu vaatimukset, jotta mittaus saadaan oikein tehtyä. Lämpökuvaajalle on selkeät vaatimukset laitteiston ominaisuuksista ja valmiuksista:

- Ainakin yhden pisteen suora lämpötila tulee olla nähtävissä näyttörudulta.
- Kuvan tulee olla radiometrinen, eli lämpötila-arvot on voitava mitata koko kuva-alueelta tietokoneohjelmiston avulla jälkikäteen.
- Kuva-aineisto on säilytettävissä sähköisessä muodossa.
- Lämpötilan mittaamisen tulee onnistua ± 2 °C:n tarkkuudella 100 °C:seen saakka ja yli 100 °C:n lämpötiloissa ± 2 %:n tarkkuudella.
- Lämpökamerassa tulee olla mahdollisuus tehdä emissiivisyyden ja heijastuneen taustasäteilyn korjaukset, esimerkiksi tietokoneohjelmaa käyttäen.
- Lämpökameran pikselimäärä vähintään 19.200 (esim. 160 × 120 pikseliä).
- Yhden pikselin koon tulee olla alle 30 mm² yhden metrin etäisyydeltä kuvattaessa (IFOV < 5,5 mRad). (10.)

Lämpökuvaus kertoo kuvauskohteen pintalämpötilan, jolloin kuvattavan komponentin edestä tulee poistaa kaikki kuvaukseen vaikuttavat häiriötekijät, esimerkiksi koteloinnit, sormisuoja- ja emissiivisyyttä lisäävät kappaleet.

Lämpökuvauksella sähkölaitteistosta löydetään helposti löysät ja hapettuneet liitokset. Huonot liitokset ovat yleisimpiä syitä sähkölaitteiston vikatilanteille. Liitoksien puutteellisuudet nostavat niiden resistanssia, joka aiheuttaa siihen liitetyn johtimen tai johtimien lämpenemistä, kun kuormitusvirta nousee.

Sähkökeskuksissa on usein identtisiä komponentteja, jolloin niitä on helppo vertailla toisiinsa. Jos samanlaisten osien lämpötilat heittelevät yli +11 °C, on komponentissa todennäköinen ongelma, joka vaatii korjaustoimenpiteitä. Kuvassa 4 on esitetty lämpötilaerot ja niille suositeltavat toimenpiteet.

Taulukko 10. Lämpötilaerot ja suositeltavat toimenpiteet (NETA).

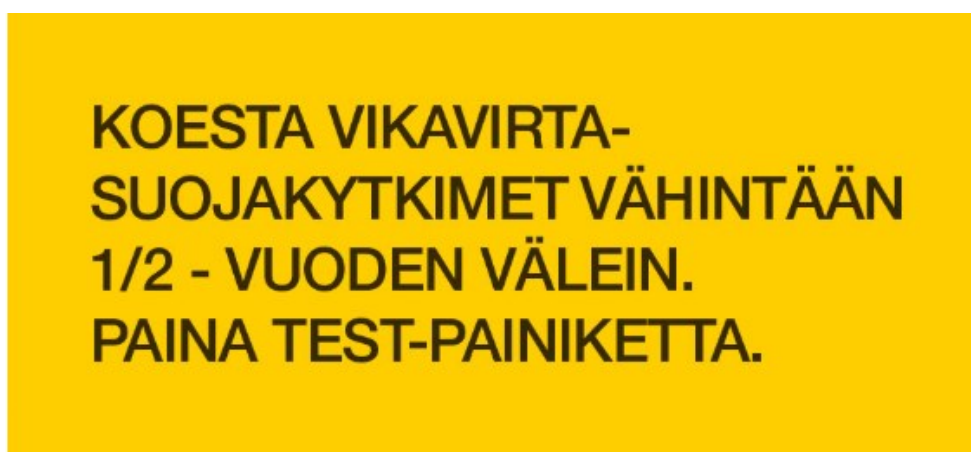
Lämpötilaero samanlaisten komponenttien välillä yhtä suuren kuormituksen alaisena	Lämpötilaero komponenttien ja ympäristön lämpötilan välillä	Suosittelava toimenpide
1 °C – 3 °C	0 °C – 10 °C	Mahdollisesti ongelma, seuranta
4 °C – 15 °C	11 °C – 20 °C	Todennäköinen ongelma. Korjattava, kun tilanne sallii.
–	21 °C – 40 °C	Jatkuva seuranta korjaustoimenpiteisiin asti
> 16 °C	> 40 °C	Suurella todennäköisyydellä ongelma, korjattava välittömästi

Kuva 4. Taulukko esittää lämpötilaeroihin perustuvat toimenpidesuosituksukset (11).

3.3 Mittaukset ja koestukset

Sähkökeskusten määräaikaishuoltoihin kuuluu oleellisesti erityyppiset mittaukset sekä koestukset. Sähkölaitteiston käyttöönottovaiheessa sähkölaitteistolle suoritetaan käyttöönottotarkastus, joka sisältää eristysresistanssin mittauksen, suojajohtimien jatkuvuusmittaukset, oikosulkuvirran mittauksen, vaiheteiden kiertosuuntien tarkastuksen, vikavirtasuojien koestukset sekä aistienvaraiset tarkastukset.

Vikavirtasuojauksien koestus kuuluu oleellisesti suoritettaviin koestuksiin huolloissa. Vikavirtasuojat tulee todeta määräysten mukaisiksi ja varmistaa niiden oikea toimivuus. Vikavirtasuojien koestus kuuluu sähkölaitteiston haltijalle, mutta aikaisempien kokemusten perusteella on todettu, ettei vikavirtasuojia koesteta kovinkaan usein. Asiaan vaikuttavat paljonkin kiinteistön käyttötarpeet, mikä hankaloittaa niiden koestamista muutaman kuukauden välein. Ennen vikavirtasuojien koestuksia tulee henkilökunnan kanssa keskustella asiasta ja siitä mahdollisesti aiheutuvista häiriöistä sähkölaitteiden käyttöön. Kuvassa 5 on esimerkki tarrasta, joka sijoitetaan sähkökeskukseen muistuttamaan vikavirtojen koestuksista.



Kuva 5. Vikavirtojen koestamisesta muistuttava huomiotarra sähkökeskukseen. (12).

Sähkökeskuksista tulee myös mitata keskuksen virrat. Sähkökeskusten elinkaaren aikana niiden käyttötarpeet ovat usein lisääntyneet ja kuorman jako vaihteiden välillä voi vaihdella. Kuormituksen epätasaisuus kolmivaihejärjestelmässä aiheuttaa vinokuormaa, mikä aiheuttaa nollajohtimeen liikaa paluuvirtaa ja aiheuttaa kuumenemista sekä eristeiden kulumista. Vinokuormaa aiheuttavat erityisesti suuret yksivaiheiset sähkölaitteet- tai järjestelmät, esimerkiksi sähkökiukaat tai valaistusjärjestelmät. Virtamittauksen helpoin suoritustapa on pihtivirtamittarin käyttö. Pihtivirtamittarilla mitataan virrat nolla- ja vaihejohtimista. Kuvassa 6 on esimerkki Fluken valmistamasta pihtivirtamittarista, jolla virtamittaus pystytään suorittamaan.



Kuva 6. Pihtivirtamittari käytössä jännitteisen kaapelin virtaa mitatessa (13).

3.4 Dokumentointi ja merkinnät

Sähkökeskusten määräaikaishuoltoja tehdessä tulee tarkastaa, että sähkölaitteiston dokumentit löytyvät ja ne ovat ajan tasalla. Dokumenteista olisi hyvä olla ainakin pääkaavio, nousujohtokaavio, piirikaaviot, maadoituskaaviot sekä ohjauskaaviot. Dokumenttien tulee olla lukukelpoisia ja helposti saatavilla. Dokumentit on usein sijoitettu sähkötilassa erilliseen muoviseen kansioon, joka on sijoitettu näkyvälle paikalle. Vanhemmissa kohteissa voi olla hankaluuksia

dokumentoinnin kanssa johtuen kohteen pitkästä käyttöiästä sekä sähkölaitteiston muutoksista.

Sähkökeskuksen merkintöjen ja huomiokilpien oikeellisuus tulee myös tarkistaa. Merkinnät on helppo tarkistaa, jos dokumentointi on ajan tasalla sekä saatavilla. Sähkölaitteiston merkintöjen tulee täyttää tietyt vähimmäisvaatimukset, jotta huolto, kunnossapito ja turvallinen käyttö voidaan varmistaa. Vähintään seuraavien asioiden tulisi olla asianmukaisesti merkittynä:

- Kaapelimerkinnät ovat kunnossa siinä määrin, että kaapelit voidaan tunnistaa tarkastamista, testausta, korjaus- tai muutostöitä varten.
- Keskusmerkinnät löytyvät, keskuskansista löytyy sulakemerkinnät, erottimet ja kytkimet on merkitty selkeästi.
- Sähkökeskustilaan johtavat ovet on merkitty, sähköpääkeskuksen osalta ulkoa asti.
- Varoituskyltit ovat paikoillaan: kompensatiolaitteistosta varoitus, joka varoittaa varautuneesta kondensaattorista, varavoimasyöttö, ulkoinen ohjausjännite ja niin edelleen. (14.)

3.5 Sähkökeskustilat

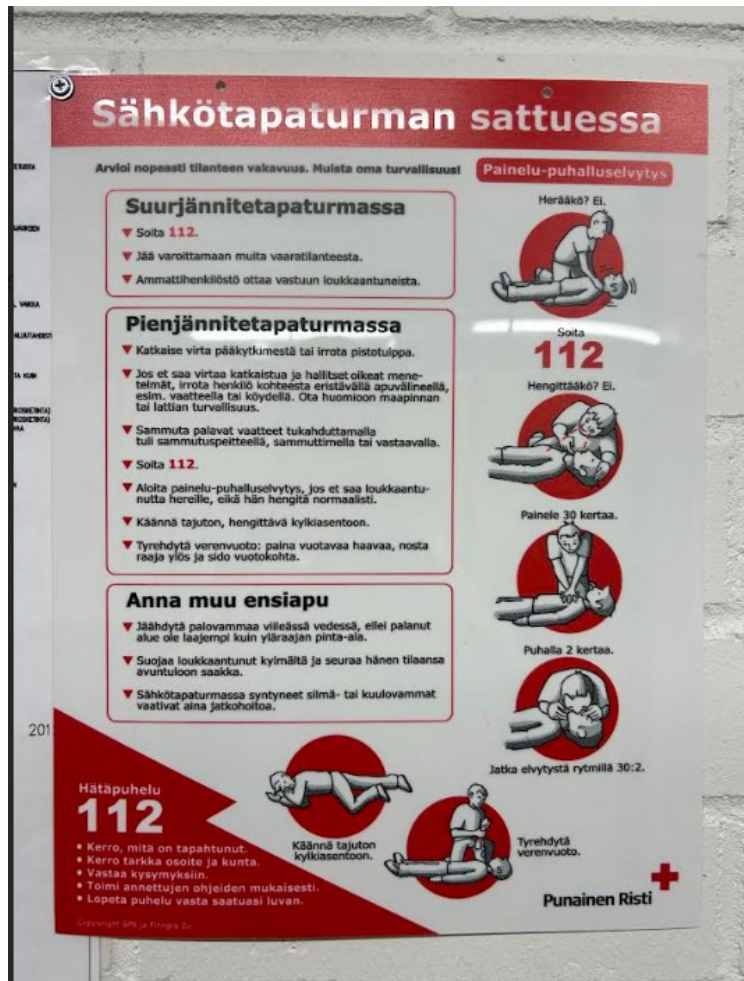
Sähkökeskustilat tarkastetaan samalla työtä tehdessä. Tiloista kerätään sinne kuulumatonta tavaraa pois, ja tila siivotaan pölystä sekä roskista. Tiloista usein löytyy sinne kuulumatonta tavaraa, joka vaikeuttaa sähkökeskukselle pääsemistä. Keskustiloista löytyneestä ylimääräisestä tavarasta tulee olla yhteydessä sähkölaitteiston haltijaan, jottei tule heitettyä kierrätykseen kiinteistölle oleellista tavaraa.

Alan toimintatapojen mukaisesti sähkökeskustilassa olisi hyvä olla varasulakkeiden kotelo, varasulakkeita, nykystandardit täyttävä hihallinen sulakkeen vaihtokahva sekä kasv suojaus. Kuvassa 7 on Wurthin valmistama sulakkeenvaihtokahva suojauskäsineellä. Standardissa ei ole suoraa vaatimusta sille, että kyseiset varusteet pitäisi löytyä sähkökeskustiloista. Vikatilanteen sattuessa varusteiden helppo saatavuus nopeuttaa korjaamistoimenpiteitä.



Kuva 7. Punainen sulakkeenvaihtokahva suojäkäsineellä (15).

Sähkötiloista tarkastetaan sähkötyöturvallisuusstandardin mukaisesti, että sähkötiloissa on riittävä ohjeistus ensiavun antamiseen sähkötapaturman sattuessa. Ohjeista tulee selvittää toimintaohjeet sähkötapaturman varalle, ensiapuohje sähköiskun saaneelle henkilölle sekä yleinen hätänumero. Kuvassa on 8 esitetty selkeästi toimintaohjeet sähkötapaturman varalta.



Kuva 8. Sähkötapaturman ensiapuohjeet ja yleinen hätänumero

Sähkökeskustilat tulee siivota pölystä ja muusta sinne kuulumattomasta tavaraa huoltotöitä tehdessä. Suoritettavat siivoustoimenpiteet ovat tärkeitä paloturvallisuusriskien minimoimisen, sähkölaitteiston toimivuuden sekä sähkölaitteiston käytön kannalta. Sähkökeskustiloihin kertyy usein sinne kuulumatonta tavaraa, joka lisää paloriskiä.

Sähkökeskus ja sähkökeskustilat siivotaan imurilla pölystä ja liasta. Sähkökeskustiloista kerätään sinne kuulumaton ulkopuolinen tavara pois ja kierrätetään eteenpäin.

Sähkökeskustilan paloeristeet tulee käydä myös läpi. Sähkökeskustilan katon, seinien ja lattiamateriaalien tulee olla heikosti syttyviä tai täysin palamattomasta

materiaalista valmistettuja. Kaapeloinnin läpiviennit ja putkitukset tulee olla palokatko palokatkomassalla, jottei mahdollinen tulipalo pääse leviämään keskustilaan tai sieltä ulos.

4 Opinnäytetyössä tehdyt sähkökeskushuollot

Opinnäytetyössä suoritettiin kahteen Helsingin kaupungin omistamaan kohteeseen sähkökeskusten huollot. Molemmissa kohteissa rakennuksen sähkökeskustilat tarkastettiin silmämääräisesti, siivottiin, lämpökuvattiin sähkökeskukset sekä suoritettiin mittauksia ja koestuksia.

Sähkökeskuksista täytettiin pöytäkirjat, joihin kirjattiin yleistiedot sähkökeskuksesta sekä havaitut epäkohdat. Huollettujen sähkökeskusten pöytäkirjat löytyvät opinnäytetyön liitteistä 1 ja 2. Sähkökeskushuollot tehtiin maaliskuussa 2025.

4.1 Käytetyt työvälineet

Työssä käytettiin jännitetyökalusarjaa, jonka työvälineet ovat VDE-standardin omaavia. VDE-työkalut on eristetty kumisilla kahvoilla, jotta työskentely jännitteisten osien kanssa on turvallista. Kuvassa 9 on työkalusarja, jota käytettiin huoltotöitä tehdessä. Työkalusarja sisälsi muun muassa ruuvimeisseleitä, räikkävääntimen, t-vääntimiä, jännitetesterin sekä suojahanskat.



Kuva 9. Jännitetyökalusarja, joka oli käytössä huoltoja tehdessä (16).

Lämpökuvauksessa käytössä oli Fluken valmistama Ti10-lämpökamera, joka on suunniteltu käytettäväksi teollisuuteen, huoltotöihin sekä vianetsintään. Ti10 on varustettu 120x120 pikselin näytöllä, joka mahdollistaa tarkat lämpökuvat. Ti10 mittaa lämpötilat -20 °C :sta $+250\text{ °C}$:seen, ja sen mittaustarkkuus on $\pm 2\text{ °C}$. Kuvat mittauksista on helppo tallentaa suoraan lämpökameraan asennettavalle muistikortille. Kuvasta 10 näkyy Fluken Ti-10-lämpökamera ja sen toimintaperiaate.



Kuva 10. Fluken Ti-10 lämpökamera (17).

Virtamittaukseen käytössä oli Fluken valmistama 376-pihtimittari. Mittarista löytyy myös yleismittauksen mahdollistavat ominaisuudet. Kuvassa 11 on työssä käytetty pihtivirtamittari ja sen eri käyttömahdollisuudet. Pihtivirtamittari mittaa johtimesta sen virrat magneettikentän avulla.



Kuva 11. Pihtivirtamittari, jolla virta mitataan katkaisematta virtapiiriä (18).

4.2 Huoltokohde 1

Ensimmäinen kohde oli Helsingin Karhusaarella sijaitseva vanha päiväkotirakennus, joka nykypäivänä toimii erityislasten asumis- ja kuntoutuspalveluita tarjoavana ryhmäkotina. Rakennus on valmistunut vuonna 2000, ja sen käyttötärpeen muutosremontti valmistui vuonna 2018. Rakennuksessa on ympärivuorokautista toimintaa, joten henkilökunnan kanssa kommunikointiin parhaasta mahdollisesta Työskentelyajankohdasta, jottei henkilökunnalle tai asukkaille tule turhaa häiriötä töiden suorittamisesta.

Rakennuksessa oli yksi sähkökeskus sisällä sekä rakennuksen ulkoseinään sijoitettu mittauskeskus. Sisällä sijainnut sähkökeskus, joka tässä raportissa esiintyy, on tunnukseltaan JK-1. Mittauskeskusta ei päästy tarkastelemaan työtä tehdessä, sillä avaimia ei ollut saatavilla siihen kyseisenä päivänä, kun työt suoritettiin.

4.2.1 JK-1

JK-1 toimii rakennuksessa sähkökeskuksena, joka palvelee kiinteistön kaikkia sähköisiä järjestelmiä ja laitteita. JK-1 on IP30-suojattu kehikkokeskus, ja keskus on otettu käyttöön vuonna 2001. Kuvassa 12 on JK-1-sähkökeskus kuvattuna ulkoapäin. Sähkökeskusta syötettiin MCMK 4x25+16 mm² syöttökaapelilla, ja sen pääsulakkeina toimivat 125 A:n sulakkeet. Pääsulakkeet sijaitsivat mitauskeskuksessa. JK-1:n nimellisarvot olivat 400 V / 125 A.



Kuva 12. JK-1 sähkökeskus

4.2.2 Keskustilojen tarkastus

JK-1 sijaitsee rakennuksen eteiskäytävässä erillisessä keskuskomerossa. Työt aloitettiin tarkastamalla, että sähkökeskukselle oli esteetön pääsy eteisestä ja tilaan ei ollut ulkopuolisilla henkilöillä pääsyä. Keskuskomero oli merkitty SÄHKÖKESKUKS-merkinnällä, joten sähkökeskus oli helppo löytää. Kuvassa 13 on kuvattu keskuskomero ulkoapäin. Kuvaan on merkitty lukituksen oikeellisuus sekä sähkökeskuksen merkintä.



Kuva 13. Sähkötila kuvattuna ulkoapäin

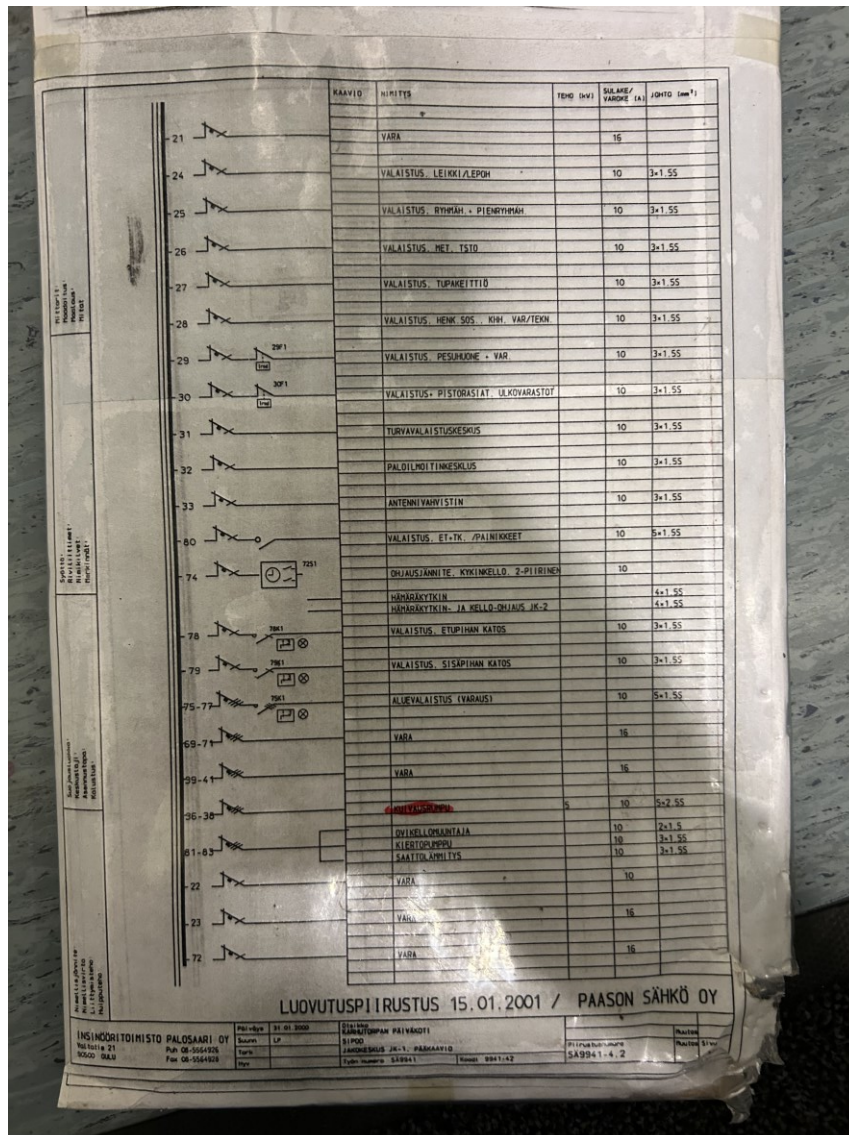
Seuraavaksi keskustila tarkastettiin sisältäpäin. Heti keskuskomeron avattua huomattiin, että keskustilaan oli kertynyt sinne kuulumatonta tavaraa sekä keskustilan lattialle oli kertynyt pölyä ja muuta roskaa. Kuvassa 14 näkyy selkeästi keskustilassa säilytettyä sinne kuulumatonta tavaraa. Keskuskomerossa sijaitsivat myös rakennuksen antenni- ja tietoliikenneverkko-liitännät. Keskustila oli muilta osin kunnossa, ja sieltä löytyi muun muassa varasulakekotelo, varasulakeita, palovaroitin katossa sekä valaistus oli riittävää. Tila siivottiin sinne kuulumattomasta tavarasta ja tavarat toimitettiin kierrätykseen.



Kuva 14. Sähkökeskuksessa ollutta sinne kuulumatonta tavaraa

4.2.3 Dokumentit sekä merkinnät

Seuraavaksi alettiin tarkastamaan sähkökeskuksen tunnuksien ja merkintöjen paikkaansa pitävyyttä. Sähkökeskus oli merkitty selkeästi ja todettiin, että merkinnät ovat oikeellisia. Keskuksen sulakelähdöt oli merkitty selkeästi ja oikein. Sähkökeskuksen dokumentointia tarkastellessa huomattiin, että se on puutteellista. JK-1-keskuksesta ei löytynyt muita kuvia kuin pääkaavio. Pääkaavio oli suurimmalta osin ajan tasalla, ja keskuksen muutostyöt oli merkitty tussilla tai kuulakärkikynällä. Kuvassa 15 on pääkaavio, johon on merkitty muutostöitä tussia käyttäen. Tulevia korjaus- tai muutostöitä helpottaakseen olisi suotavaa hankkia keskukselle uudet sähkösuunnitteluohjelmalla valmistetut kattavat kuvat, joista löytyy muutakin kuin pelkkä pääkaavio.



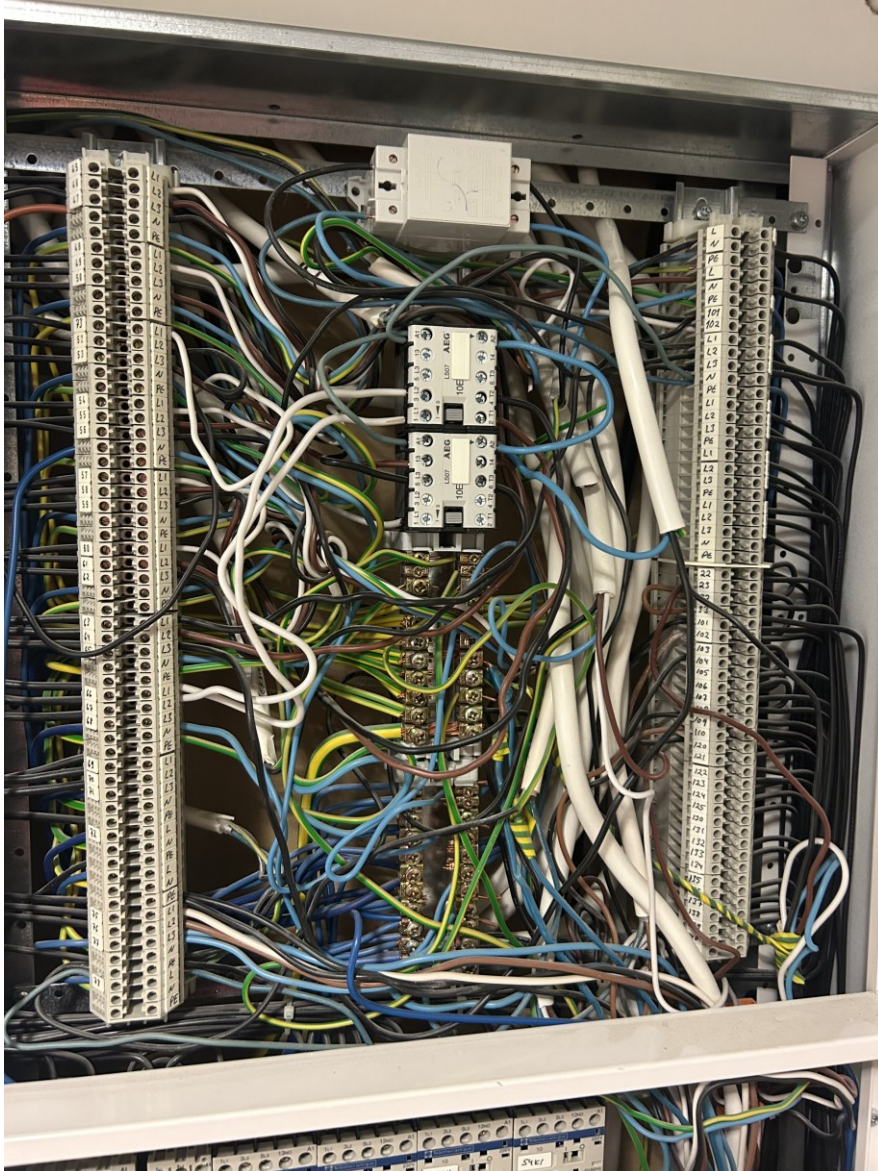
Kuva 15. JK-1 sähkökeskuksen pääkaavio

4.2.4 Silmämääräiset tarkastukset

Keskusta sisältäpäin tarkastellessa huomiota kiinnitti keskuksen yläosassa sijainnut riviliitinkotelo, johon keskukselta lähtevät kaapelit kytketään. Kyt kentöjen siisteyteen ei kytkentävaiheessa ole paljoa kiinnitetty huomiota, kuten kuvassa 16 näkyy. Keskuksen pohjaosaan oli hieman kertynyt pölyä sekä muovinen sormisuojuksen osa. Muilta osin keskus oli sisältäpäin siisti sekä sormisuojuukset, riviliititimet, kytkennät ja keskuksen komponentit olivat kunnossa ja ehjiä.

Keskukselle tuleva kaapeloinnin läpivienti oli suojattu kipsilevyin ja täytetty palokatkolla.

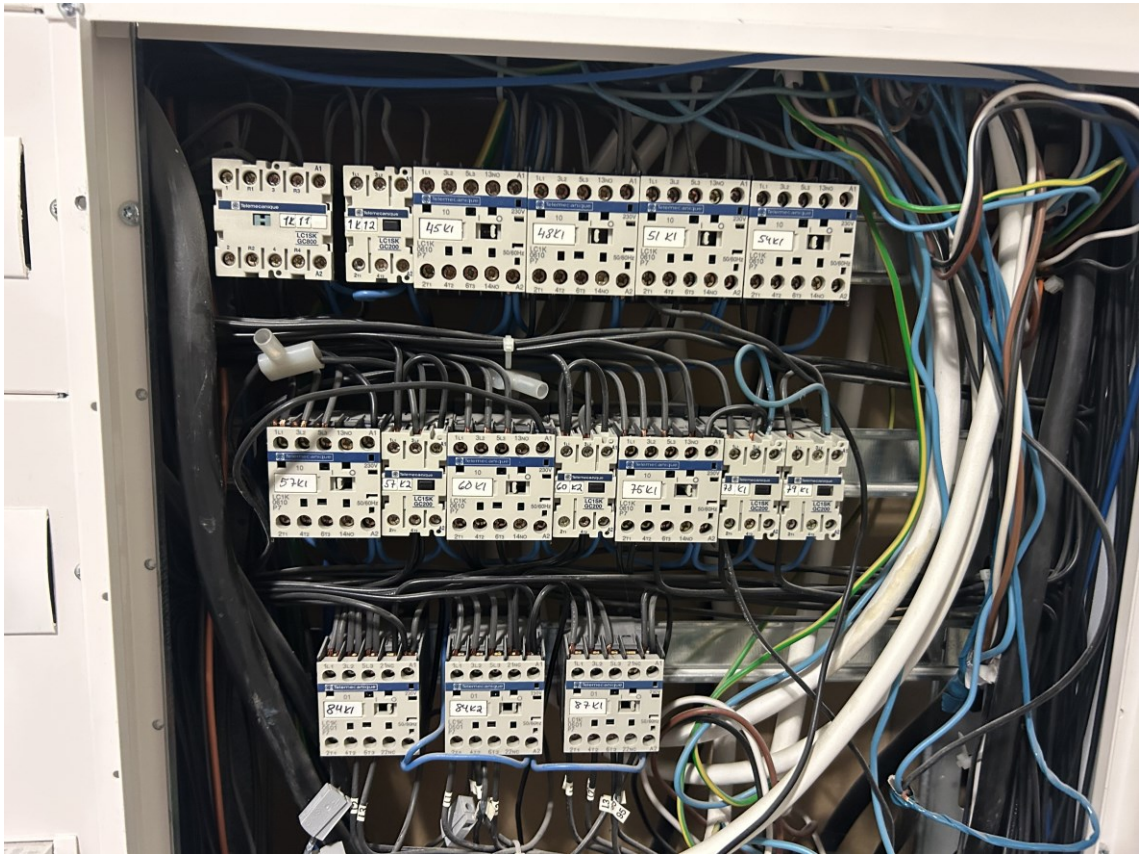
Huoltotoimena keskuksen sisältä siivottiin pölyt niiltä osin kuin se oli mahdollista ja muovinen sormisuojausosa kerättiin pois.



Kuva 16. JK-1 riviliittimien kytkentöjä.

4.2.5 Lämpökuvaus

Huollon loppuvaiheessa suoritettiin lämpökuvaus. Lämpökuvaus suoritettiin keskuksen ollessa jännitteellinen sekä kuormitettu. Kuvausta varten keskuksen kaikki kannet avattiin ja poistettiin kaikki kuvausta häiritsevät suojat, jotta kuvausten tulokset ovat mahdollisimman oikeita. Kuvaaminen aloitettiin kontakteista, joita keskuksen keskivaiheelle oli sijoitettu. Suurin osa kontakteista oli identtisiä, joten kuvausta tehdessä oli helppo huomata, mitkä kontaktorit olivat kuormitettu ja mitkä eivät. Kuvassa 17 näkyy selkeästi kontaktorit ja niiden kytkennät.



Kuva 17. JK-1-kontaktorit

Lisäksi kuvattiin keskuksen tulppasulakelähdöt, pääkytkin, syöttökaapelin johtimet, keskuskojeet sekä virtakiskot. Kuvassa on 18 kontaktorit lämpökuvattuna. Syöttökaapelin johtimia kuvatessa L1-vaihe oli hieman lämpimämpi kuin muut

vaiheet, koska keskuksessa kuormaa oli eniten sen takana. Mittauksissa ei löytynyt korjaustoimenpiteitä aiheuttavia lämpötilaeroja.



Kuva 18. Lämpökuva kontaktorista

4.2.6 Mittaukset sekä koestukset

Viimeisenä työvaiheena keskuksen virrat mitattiin syöttökaapelista. Keskuksen virtamittauksessa havaittiin epätasaista jakoa vaiheiden välillä. Vaiheet 1 ja 2 olivat enemmän kuormitettuja kuin vaihe 3. Ensimmäisestä vaiheesta mitattu virta oli 29,7 A, toisessa vaiheessa 26,8 A ja kolmannesta vaiheesta vain 16,4

A. Kuvassa 19 näkyy ensimmäisen vaiheen virtamittaus ja mittauksen tulos pihtivirtamittaria käyttäen.

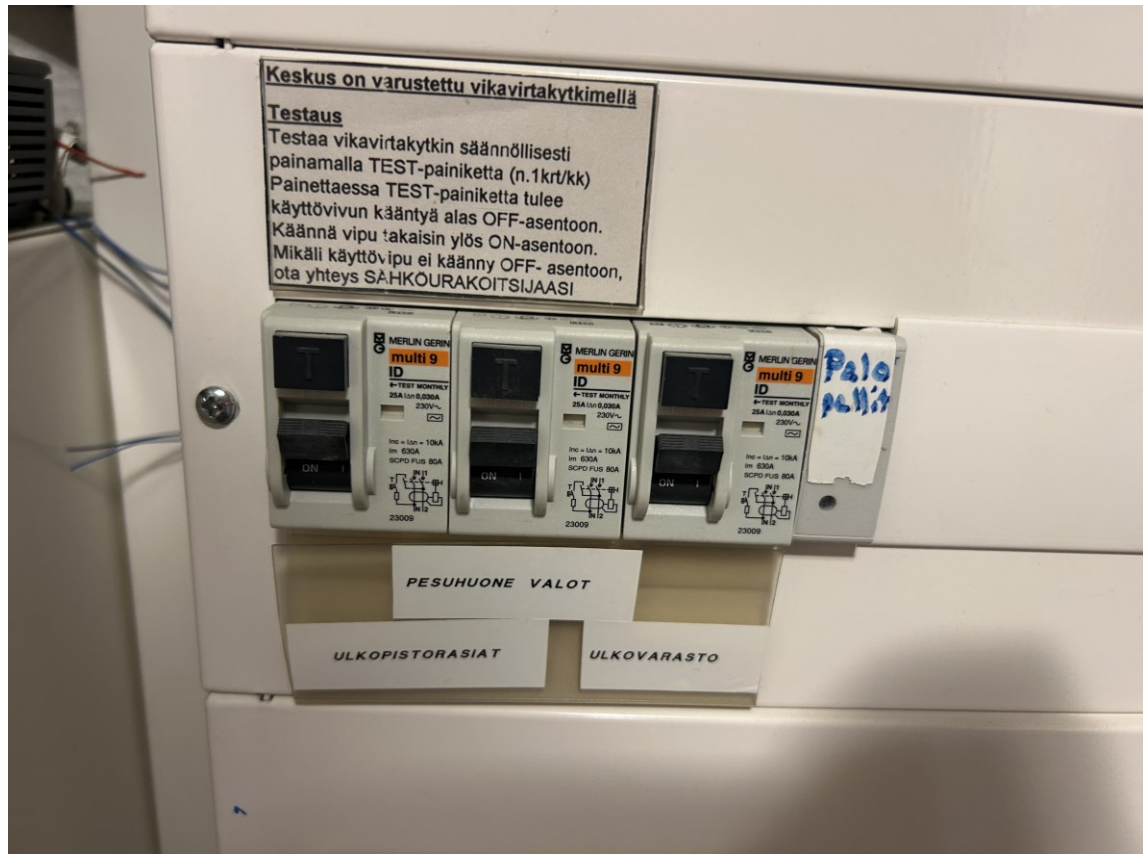
Tulevissa asennuksissa keskukseen tulisi huomioida, että vaihejako olisi tasaisempaa vaiheiden välillä. Epätasainen jako vaiheväleissä luo vinokuormaa, ja se aiheuttaa virtaa nollajohtimeen. Nollajohtimesta mitattiin virraksi 11,5 A.



Kuva 19. Pihtivirtamittaus syöttökaapelin L1-vaiheesta

Keskuksessa oli myös vikavirtasuojalla varustettuja ryhmiä, joita ei päästy koestamaan huoltoa tehdessä. Vikavirtojen testaamisesta olisi aiheutunut häiriöitä rakennukseen päivittäiseen toimintaan. Rakennuksen isännöitsijälle

ilmoitettiin asiasta, ja hän hoitaa vikavirtojen testaamiset henkilökunnan kanssa sovittuaan sopivasta ajankohdasta. Keskukseseen oli merkitty tunnustarralla, että vikavirtasuojat tulisi testata yhden kuukauden välein, mikä näkyy kuvassa 20.



Kuva 20. Vikavirtasuojakytkimiä

4.3 Huoltokohde 2

Toinen huoltokohde oli Helsingin Malmin lentokentällä sijainnut vanha lentokonehalli. Rakennus on valmistunut 1930-luvulla, ja sen käyttötarpeet ovat vuosien saatossa vaihdelleet paljon. Rakennuksessa on päivittäistä toimintaa, mutta huoltotöiden suorittaminen ei vaikuttanut siihen.

Huollettu sähkökeskus sijaitsi pääkeskustilassa rakennuksen pääkeskuksen vieressä. Huollettu sähkökeskus oli tunnukseltaan RK-30, ja siihen viitataan samalla tunnuksella tässä tekstissä.

4.3.1 RK-30

RK-30-keskukseen oli kytketty rakennuksen ja sen viereisen huoltohallin lämmitys, ilmanvaihto sekä ilmastoinnin sähköiset kojeet ja järjestelmät. Myös rakennuksen lähialueen aluevalaistus tuli keskukselta. Kuvassa 21 on RK-30 kuvattuna ulkopuolelta. RK-30 on SLO:n valmistama KILU 06C. Keskus on IP44-koteloinnilla varustettu ja valmistettu vuonna 1987.



Kuva 21. RK-30-kennokeskus

4.3.2 Keskustilan tarkastus

RK-30-sähkökeskus sijaitsee pääkeskustilassa erillään rakennuksen pääkeskuksesta. Pääkeskustila oli merkitty selkeästi, ja tilaan oli pääsy ainoastaan avaimilla, ja kyseiset asiat on merkitty kuvaan 22. Molemmille sähkökeskuksille oli esteetön pääsy, ja sähkökeskuksien edessä ei säilöty ylimääräistä tavaraa.

Pääkeskustila toimi samalla varastona, mutta kertyneet tavarat sijaitsivat erillään sähkökeskuksista.



Kuva 22. Pääkeskustilan ovi

Pääkeskustilojen todettiin olevan kunnossa muilta osin ja lopuksi tarkastettiin, että siellä on helposti saatavilla vikatilanteita varten sähkötapaturman ensiapuohjeet, vaahtosammutin, varasulakkeita, naamasuojus sekä suojahanskallinen vaihtokahva. Edellä mainitut tarvikkeet oli sijoitettu pääkeskuksen viereen seinälle omalle hyllylleen, joka näkyy kuvassa 23.



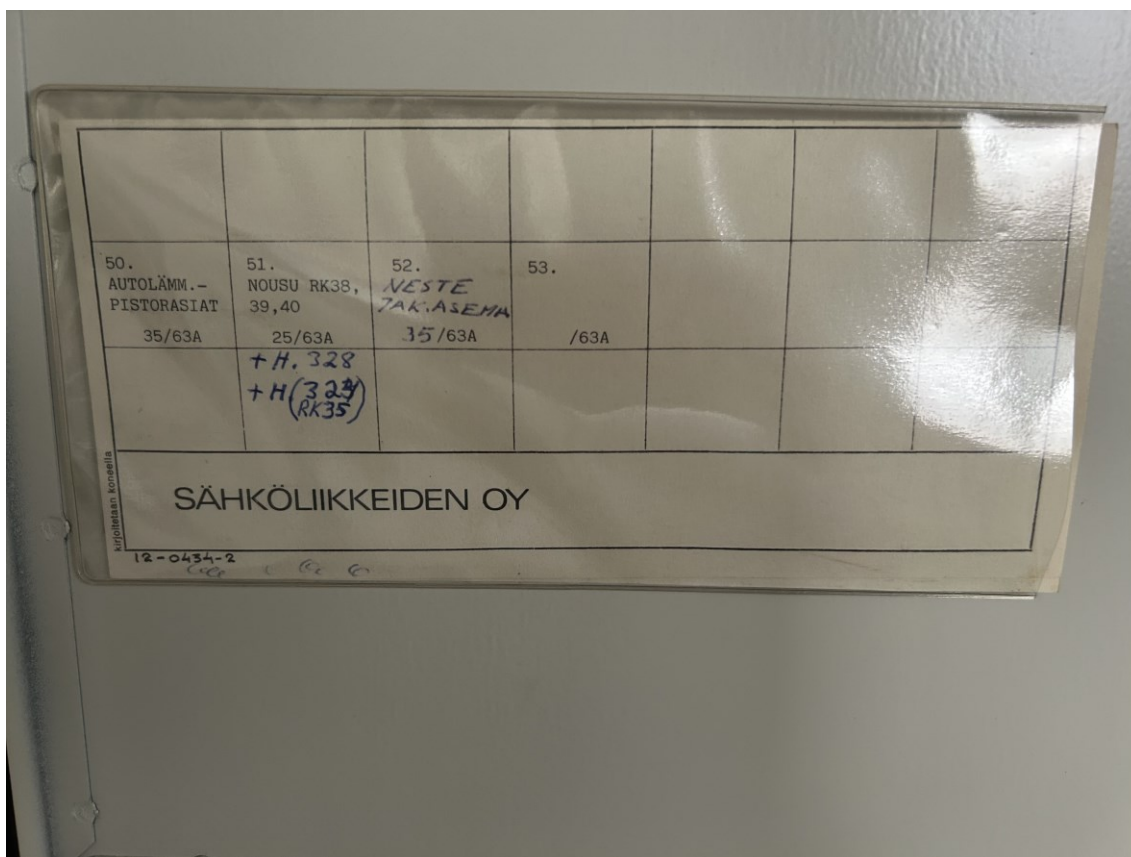
Kuva 23. Pääkeskustilan huoltotarvikehylly

4.3.3 Dokumentit sekä merkinnät

Keskustilan tarkastuksen jälkeen alettiin tilassa olleesta dokumenttipinosta etsimään RK-30-sähkökeskukselle dokumentteja. Nopeasti kuitenkin todettiin, että RK-30-sähkökeskuksesta ei ollut saatavilla mitään dokumentteja tai sähköpiirustuksia. Tulevaisuuden huolto- ja muutostöitä helpottaakseen sähkölaitteiston haltijan tulisi hankkia keskukselle kattavat sähkökuvat.

Dokumenttien puutteellisuuden selvittelyn jälkeen keskuksen merkintöjä alettiin tarkastamaan. Sähkökeskus oli merkitty selkeästi omalla tunnuslaatallaan ja myös keskuksen yleistiedot oli merkitty omalla tarrallaan sähkökeskuksen yläkulmaan. Keskuksen pääkytkin, kahvalähdöt ja nokkakytkimet oli merkitty selkeästi, ja merkinnät olivat ajan tasalla.

Sähkökeskuksen lähtöjen merkintöjä oli päivitetty muutostöiden jälkeen kirjoittamalla mustekynällä uusi ryhmätunnus merkintäpaperiin. Tussilla tehtyjä merkintäkauksia näkyy kuvassa 24 selkeästi. Merkinnät tulisi tehdä selkeästi tarrakirjoittimen avulla, jotta luettavuus ja merkintöjen kestävyys paranee.



Kuva 24. Tulppasulakelähtöjen merkintöjä

Sähkökeskuksen kaapelien sekä kojeiston merkinnät olivat myös puutteellisia. Kaapelien läpivienneissä osassa kaapeleista oli haaleat jäljet tussista, mutta luettavuus oli keinoa tai mahdotonta. Muutostöissä sähkökeskukseen oli muun

muassa asennettu uusi kontaktori, jonka kaapelointi oli merkitty kevyteipillä, johon oli kirjoitettu kaapeloinnin numerointi. Kuten kuvassa 25 on nähtävillä, kaapelimerkintöjä ei tulisi kirjoittaa teippiin.

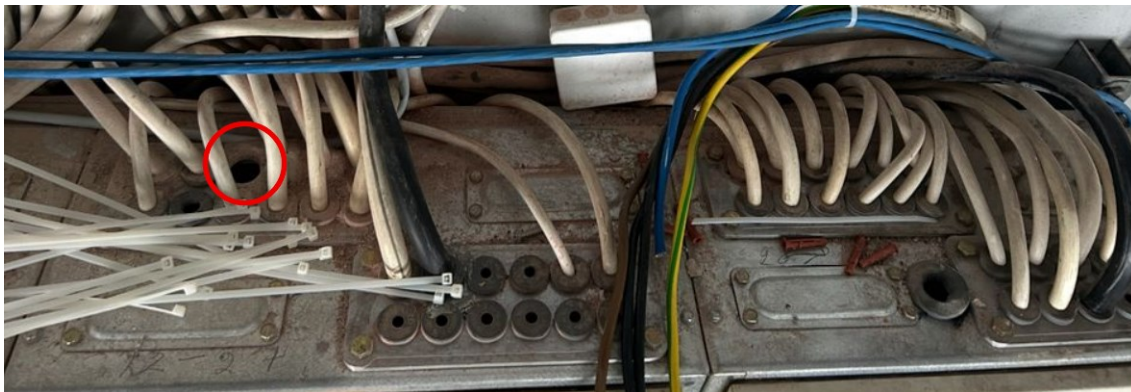


Kuva 25. RK-30 kontaktori

4.3.4 Silmämääräiset tarkastukset

Sähkökeskusta silmämääräisesti tarkastellessa heti huomiota kiinnitti keskuksen päällä sijainnut ylimääräinen roska ja tavara. Keskuksen päälle oli kertynyt ylimääräisiä nippusiteitä, pahvinpaloja ja muuta roskaa. Kuvasta 26 on selkeästi nähtävillä sähkökeskuksen päälle kertynyttä roskaa ja muuta sinne

kuulumatonta tavaraa. Päällispuoli siivottiin ja tarkastettiin samalla kaapeliläpivientien kunto. Läpivienneissä oli puutteita, ja suojausluokka ei ollut ajan tasalla. Päällispuoli siivottiin tarkastelujen jälkeen.



Kuva 26. Sähkökeskuksen päällispuoli

Päällispuolen tarkastelujen jälkeen avattiin sähkökeskuksesta kaikki kannet ja alettiin tarkastelemaan keskusta sisältä päin. Keskuksen kytkennät oli suoritettu hyviä asennustapoja käyttäen ja niissä ei havaittu puutteita. Keskus oli sisältäpäin siistissä kunnossa, ja sen sormisuojaus, riviliittimet, kytkennät sekä komponentit olivat hyvässä kunnossa ikäänsä nähden.

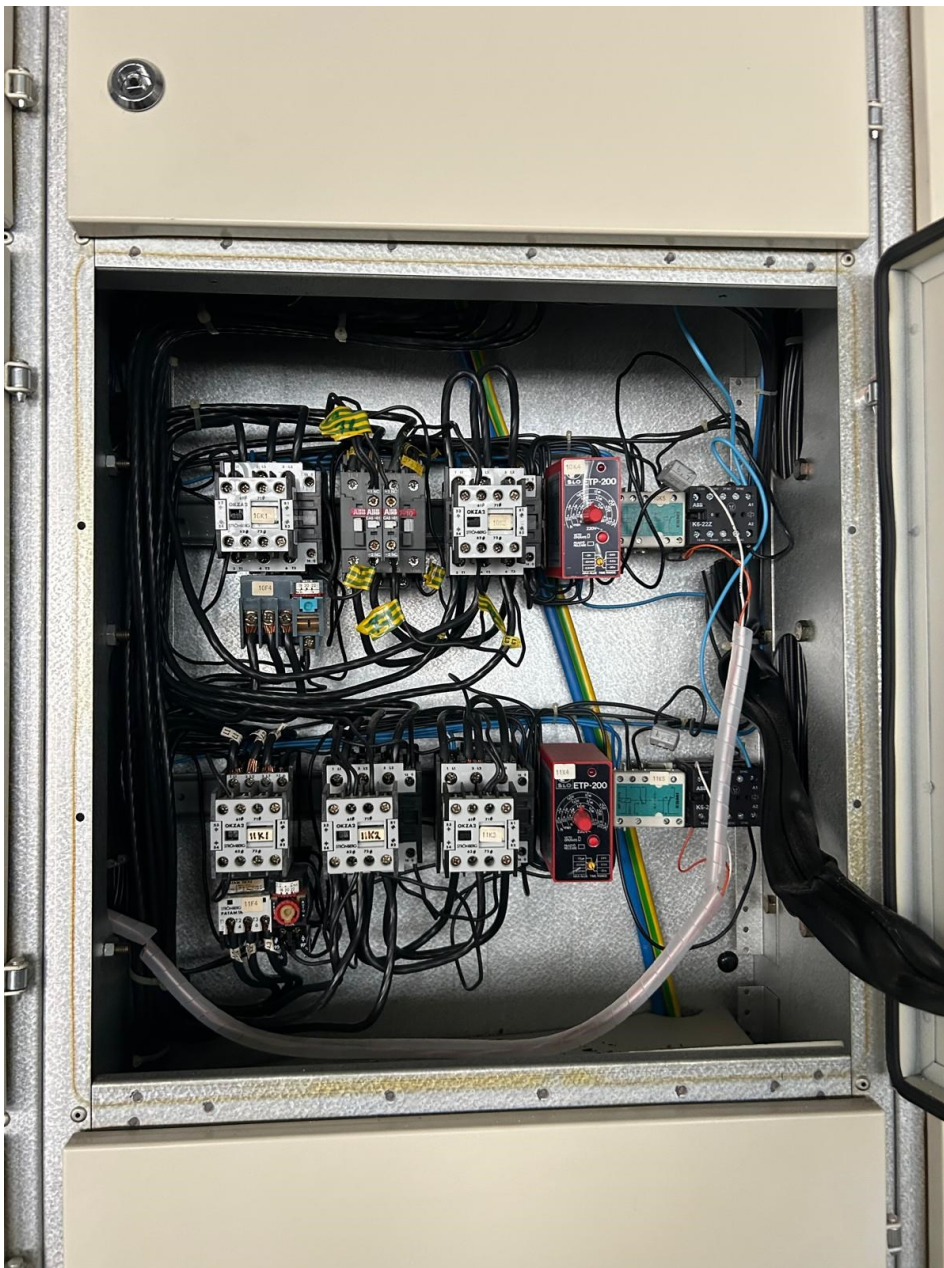
Keskuksen sisällä oli yhdessä tulppasulakkeiden lähtökennossa säilötty tulppasulakkeita ja sulakepohjia, mikä näkyy kuvassa 27. Irtonaisten varaosien säilöminen aiheuttaa riskin niiden tippumisesta keskuksen sisälle, mikä voi aiheuttaa vikatilanteen. Työtä tehdessä ylimääräiset tavarat kerättiin pois keskuksen sisältä.



Kuva 27. Sähkökeskuksen sisällä säilöttyä tavaraa

4.3.5 Lämpökuvaus

Sen jälkeen, kun keskus oli sisältä silmämääräisesti tarkasteltu, aloitettiin lämpökuvaaminen. Ennen kuvauksen aloittamista poistettiin kuvausta häiritsevät suojat, jotta tulokset ovat mahdollisimman oikeellisia. Ensimmäisenä kuvattiin kaikki sähkökeskuksen kontaktorit, joita keskukseseen oli sijoitettu. Kontaktorit ovat näkyvillä kuvassa 28. Tässäkin keskuksessa suurin osa kontaktoreista oli identtisiä malleiltaan, mikä vikatilanteessa helpottaa vioittuneen kontaktorin etsimistä.



Kuva 28. RK-30-sähkökeskuksen kontaktorit sekä releet

Samaa kaavaa noudattaen kuten ensimmäisessä huoltokohteessa keskuksesta lämpökuvattiin pääkytkin, tulppasulakelähdöt, syöttökaapelointi, keskuskojeet sekä virtakiskosto. Lämpökuvauksessa ei havaittu mitään huomiota herättävää lämpötiloissa tai kojeissa, kuten kuvassa 29 näkyvillä.



Kuva 29. Lämpökuva pääkytkimestä

4.3.6 Mittaukset, koestukset ja virtakiskoston kiristys

Kun muut työvaiheet oli saatu suoritettua, sähkökeskuksesta mitattiin vielä virrat syöttökaapelista. Keskuksen kuormitus vaiheiden välillä oli tasaista, eikä huomattavia eroja kuormituksessa esiintynyt. Kuvasta 30 näkyy pihtivirtamittarilla suoritettu mittaus vaiheesta 2. Ensimmäisestä vaiheesta virraksi mitattiin 19,6 A, toisesta vaiheesta 19,1 A ja kolmannesta vaiheesta 19,9 A. Nollajohtimesta mitattiin virraksi 2,0 A.



Kuva 30. Vaiheen L2 virtamittaus

Sähkökeskuksessa ei ollut vikavirtasuojalla varustettuja ryhmiä tai kojeita, joten vikavirtasuojauksia ei tarvinnut koestaa. Keskuksen virtakiskosto kiristettiin huollon lopuksi tilaajan toiveesta. Kuvassa 31 näkyy oikeaoppinen kiristys käyttäen jännitetyökaluja ja varmistuminen sähköturvallisuudesta jännitetöitä tehdessä. Virtakiskoston kiristyksellä varmistetaan, että liitokset ja kiinnitykset ovat tukevasti sekä turvallisesti paikallaan. Jos virtakiskoston liitokset ovat löysiä, se voi aiheuttaa lämpenemistä, kontaktihäviöitä tai jopa pahimmassa tapauksessa oikosulkutilanteen.



Kuva 31. Virtakiskoston kiristys

5 Yhteenveto

Opinnäytetyössä laadittu sähkökeskusten huollon pöytäkirja osoittautui kattavaksi ja sen avulla kyettiin selkeästi seuraamaan työvaiheitten etenemistä, että suoritettava työsuoritus on tarpeeksi kattava ja oleelliset asiat huolloissa tulee tehdyksi. Pöytäkirja on tarpeeksi kattava, ja sitä voi hyödyntää erityyppisissä kiinteistöissä. Huoltoja tehdessä pöytäkirja toimi halutulla tavalla, eikä siihen tarvittu enää muutoksia.

Huoltoja suoritettaessa havaittiin niiden tärkeys sähköturvallisuuden kannalta sekä ymmärrettiin huoltojen vaikutus sähkölaitteiston toimivuuteen. Sähkökeskuksiin tasaisin välein suoritettavilla huolloilla voidaan parantaa kiinteistöjen sähkölaitteiston ja sähkölaitteiden elinkaarta huomattavasti.

Opinnäytetyössä huolletuissa sähkökeskuksissa ei ollut suurempia vikoja tai puutteita, mutta lähdemateriaaleista saatiin kunnollinen käsitys huoltamattomien sähkökeskusten sekä sähkölaitteistojen aiheuttamista vikatilanteista.

Huoltoja suorittavien tulee olla sähköalan ammattihenkilöitä, jotka ymmärtävät sähköturvallisuudesta huolehtimisen jännitetöitä tehdessä. Virtamittauksia tehtäessä on sähköiskun vaara, sillä mittauksia suorittava henkilö tai mittalaite voi osua jännitteisiin osiin.

Lähteet

- 1 Sähköturvallisuuslaki 2016. 1135/2016.
- 2 SFS 6000-5-51:2022. Pienjännitesähköasennukset. Suomen Standardisoi-
misliitto.
- 3 Koivisto, P.; Hakala, P. & Karppinen, E. 2015. Sähkö- ja tietoteknisten jär-
jestelmien tilavaraukset. 2., uudistettu painos. E-kirja: Sähköinfo Oy.
- 4 Pääsy sivullista kielletty. Verkkoaineisto. Turvamerkki.fi. <<https://www.turvamerkki.fi/paasy-sivullisilta-kielletty/>>. Luettu 13.3.2025.
- 5 Kiinteistöjen sähkökunnossapito ja määräaikaistarkastukset. Verkkoai-
neisto. Tukes. <<https://tukes.fi/documents/5470659/6410641/Kiin-teist%C3%B6jen+s%C3%A4hk%C3%B6kunnossa-pito+ja+m%C3%A4%C3%A4r%C3%A4aikaistarkastukset.pdf/f0da27ab-f3c8-4d69-bf3c-8ad26d97c95d/Kiin-teist%C3%B6jen+s%C3%A4hk%C3%B6kunnossa-pito+ja+m%C3%A4%C3%A4r%C3%A4aikaistarkastukset.pdf?t=1639466915640>>. Luettu 14.3.2025.
- 6 Käytönjohtajan perustehtävät. Verkkoaineisto. Tukes. <https://tukes.fi/documents/5470659/6372805/KJ_teht%C3%A4v%C3%A4t.pdf/2bb196a7-c184-0261-2558-985a5e4d5d64/KJ_teht%C3%A4v%C3%A4t.pdf?t=1612792070483>. Lu-
ettu 14.3.2025.
- 7 Sähköasennuksia koskevat standardit. Verkkoaineisto. Sesko. <<https://sesko.fi/standardointi/sahkoasennukset/>>. Luettu 14.3.2025.
- 8 Sähkölaitteistojen kunnossapito. Verkkoaineisto. Sakpy. <<https://sakpy.fi/kunnossapito/>>. Luettu 17.3.2025.
- 9 Sähkökeskusten edessä olevaa aluetta ei saa käyttää varastopaikkana. Verkkoaineisto. Turvakilvet.fi. <https://www.turvakilvet.fi/epages/turvakilvet.sf/fi_FI/?ObjectPath=/Shops/turvakilvet/Products/10-112>. Luettu 16.3.2025.
- 10 Sähkölaitteiston lämpökuvaajan pätevyys vaatimukset ja lämpökuvausyri-
tyksen hyväksyntä. Verkkoaineisto. Seti. <[https://www.seti.fi/wp-con-
tent/uploads/2018/10/Linkki-l%C3%A4mp%C3%B6kuvaus.pdf](https://www.seti.fi/wp-content/uploads/2018/10/Linkki-l%C3%A4mp%C3%B6kuvaus.pdf)>. Luettu 18.3.2025.
- 11 Sähkölaitteistojen lämpökuvaus. 2019. ST 53.62. Sähköinfo.

- 12 Tarra koesta vikavirtasuojakytkimet vähintään ½ - vuoden välein. Paina test-painiketta. Verkkoaineisto. Tsp.fi. <<https://www.tsp.fi/fi/tuote/v60426971/51810208/tarra-koesta-vikavirtasuojakytkim/60355114/1>>. Luettu 15.3.2025.
- 13 393 FC CAT 3 1500 V True-RMS -pihtivirtamittari iFlex-lenkkivirtapihdillä. Verkkoaineisto. Fluke. <<https://www.fluke.com/fi-fi/tuote/sahkotestaus/pihtimittarit/393-fc>>. Luettu 17.3.2025.
- 14 SFS 6001:2022. Pienjännitesähköasennukset. Suomen Standardisomisliitto.
- 15 Kahvasulakkeen vaihtokahva suojakäsineellä. Verkkoaineisto. Wurth. <<https://eshop.wurth.fi/Kategoriat/Vaihtokahvakaesine-kahvasulakkeen-vaihtoon-VDE/31060504091103.cyid/3106.cgid/fi/FI/EUR/>>. Luettu 20.3.2025.
- 16 Jännitetyökalusarja salkussa 16 osaa salkussa 8.4.1. Verkkoaineisto. Wurth. <<https://eshop.wurth.fi/Kategoriat/Saehkoe-hybridiauton-tyoekalusarja-salkussa-16-osaa/31066015011133.cyid/3106.cgid/fi/FI/EUR/>>. Luettu 20.3.2025.
- 17 Fluke Ti10-lämpökamera. Verkkoaineisto. Fluke. <<https://www.fluke.com/fi-fi/tuote/lampokamerat/ti10>>. Luettu 20.3.2025.
- 18 Fluke 376 FC True-RMS -AC/DC-pihtimittari ja iFlex-lenkkivirtapihti. Verkkoaineisto. Fluke. <<https://www.fluke.com/fi-fi/tuote/sahkotestaus/pihtimittarit/fluke-376-fc>>. Luettu 24.3.2025.

Sähkökeskushuollon pöytäkirja JK-1

SÄHKÖKESKUSHUOLLON PÖYTÄKIRJA		
Kohde		
Osoitetiedot Osoite,Rakennus,Postinumero, Paikkakunta	Karhutorpantie 1 Helsinki, 00890	
PÄIVÄMÄÄRÄ	24.3.2025	
HUOLLON SUORITTAVA HENKIÖ	Erik Mattsson	
PUHELINNUMERO		
YRITYS		
Y-TUNNUS		
SÄHKÖTÖIDEN JOHTAJA		
SÄHKÖKESKUS	JK-1	
SYÖTTÖKAAPELOINTI KOKO JA TYYPI	MCMK 4 X 25+16	
Päätälake	125 A	
KESKUKSEN NIMELLISARVOT		
JÄNNITE	400 V	
VIRTA	125 A	
KESKUSHUOLLOSSA SUORITETUT TOIMENPITEET		
TARKASTUKSET, KOESTUKSET, MITTAUKSET, SIIVOUSTARPEET, DOKUMENTOINTI	OK	HUOMIOT / PUUTTEET
Silmämääräiset tarkastukset	X	
Keskustilan lukitus	X	
Keskustilan siisteys		X
Sähkökeskuksen siisteys	X	
Sähkökeskuksen ulkoinen kunto	X	
Sulakekoot	X	
Kytkimien kunto	X	
Maadoitukset	X	
Vikavirtasuojaus		X
Virtamittaukset	X	
Lämpökuvaus	X	
Kaapeliliitokset	X	
Kiskosto	X	
Dokumentointi		X
Merkinnät	X	
Keskustilassa olevat välineet	X	
Muut huomiot		
<ul style="list-style-type: none"> - Keskukseen dokumentoinnissa puutteita, ainoastaan pääkavio saatavilla. - Keskustilassa sinne kuulumatonta tavaraa, kerätty pois ja viety kierrätykseen. - Vikavirtasuojia ei testattu 		
Päivämäärä Allekirjoitus Nimenselvennys		

Sähkökeskushuollon pöytäkirja RK-30

SÄHKÖKESKUSHUOLLON PÖYTÄKIRJA		
Kohde		
Osoitetiedot Osoite,Rakennus,Postinumero, Paikkakunta	Malmin lentoaseman aukio 6 Helsinki, 00700	
PÄIVÄMÄÄRÄ	26.3.2025	
HUOLLON SUORITTAVA HENKILÖ	Erik Mattsson	
PUHELINNUMERO		
YRITYS		
Y-TUNNUS		
SÄHKÖTÖIDEN JOHTAJA		
SÄHKÖKESKUS	RK-30	
SYÖTTÖKAAPELOINTI KOKO JA TYPPI	MCMK 4 X 70+21	
Pääsulake	125 A	
KESKUKSEN NIMELLISARVOT		
JÄNNITE	400 V	
VIRTA	125 A	
KESKUSHUOLLOSSA SUORITETUT TOIMENPITEET		
TARKASTUKSET, KOESTUKSET, MITTAUKSET, SIIVOUSTARPEET, DOKUMENTOINTI	OK	HUOMIOT / PUUTTEET
Silmämääräiset tarkastukset	X	
Keskustilan lukitus	X	
Keskustilan siisteys	X	
Sähkökeskuksen siisteys	X	
Sähkökeskuksen ulkoinen kunto	X	
Sulakekoot	X	
Kytkimien kunto	X	
Maadoitukset	X	
Vikavirtasuojaus		X
Virtamittaukset	X	
Lämpökuvaus	X	
Kaapeliliitokset	X	
Kiskosto	X	
Dokumentointi		X
Merkinnät		X
Keskustilassa olevat välineet	X	
Muut huomiot		
<ul style="list-style-type: none"> - Ei mitään dokumentteja keskukselta saatavilla - Kaapelimerkinnät huonokuntoisia ja lukeminen hankalaa. Yhdessä kontaktorissa kaapelointi merkattu tussilla teippiin. 		
Päivämäärä Allekirjoitus Nimenselvennys		