



SÄHKÖENERGIAN JAKELU- JA KÄYTTÖJÄRJESTELMIEN KUNTO- TUTKIMUKSEN TARKASTUKSET JA MITTAUKSET

Joonas Hyppölä

Opinnäytetyö
Toukokuu 2014
Sähköinen talotekniikka
Sähkö

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Tampere University of Applied Sciences

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Talotekniikan koulutusohjelma
Sähköinen talotekniikka

HYPPÖLÄ, JOONAS:

Sähköenergian jakelu- ja käyttöjärjestelmien kuntotutkimuksen tarkastukset ja mittaukset

Opinnäytetyö 96 sivua, joista liitteitä 13 sivua
Toukokuu 2014

Opinnäytetyössä perehdyttiin sähkötekniseen kuntotutkimukseen sekä kerrottiin, miten sähköenergian jakelu- ja käyttöjärjestelmille kuntotutkimuksen aikana tehtävät tarkastukset ja mittaukset toteutetaan. Kuntotutkimuksen kulun sekä tutkimuksen aikana tehtävien tarkastusten ja mittausten ymmärtämisen helpottamiseksi tehtiin esimerkkikohteen sähköenergian jakelu- ja käyttöjärjestelmille kuntotutkimus, jonka vaiheita ja tuloksia esiteltiin tämän työn yhteydessä.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli perehdyttää työn laatija sähköenergian jakelu- ja käyttöjärjestelmien kuntotutkimukseen sekä työn teon aikana kerätyn materiaalin pohjalta koota Sähkö-Rauma Oy:lle kuntotutkimusmateriaali, jota pystytään hyödyntämään tulevaisuudessa. Lisätavoitteena oli muodostaa kuva esimerkkikohteen sähköenergian jakelu- ja käyttöjärjestelmien nykykunnosta sekä niiden mahdollisista puutteista ja vioista.

Opinnäytetyön teoriaosuudessa kerrottiin sähköteknisen kuntotutkimuksen säädöstaustasta sekä yleisesti sähköteknisestä kuntotutkimuksesta, sen vaiheista, tarpeista ja tavoitteista. Lisäksi työssä selvitettiin sähköenergian jakelu- ja käyttöjärjestelmille tutkimuksen aikana tehtäviä tarkastuksia ja mittauksia teoriassa.

Työn käytännön osuutena oli Raumalla sijaitsevaan esimerkkikohteeseen tehty sähköenergian jakelu- ja käyttöjärjestelmien kuntotutkimus. Käytännön osuudessa kerrottiin kiinteistöön tehdystä kuntotutkimuksesta ja esitettiin tutkimuksen tarkastusten ja mittausten tuloksia sekä niiden pohjalta tehtyjä johtopäätöksiä ja toimenpide-ehdotuksia. Kuntotutkimuksen esimerkkikohteeseen suoritti tämän työn laatija Sähkö-Rauma Oy:n avustuksella. Kuntotutkimukseen sisältyi aistinvaraisia tarkastuksia sekä erilaisia kuntotutkimusmittauksia. Suoritetut mittaukset olivat virran, jännitteen ja sähkötehon mittaaminen, sähkökeskusten ja pistorasioiden oikosulkuvirtojen mittaaminen, pistorasioiden suojajohtimen jatkuvuuden mittaaminen, vikavirtasuojien toiminnan testaus, sähkökeskusten ja taajuusmuuttajien lämpökuvaus, sekä kiinteistön ensimmäisen kerroksen valaistuksen valaistusvoimakkuusmittaus.

Opinnäytetyön myötä työn tekijä oppi paljon sähköteknisestä kuntotutkimuksesta. Työn lopputuloksena saatiin kerättyä kattavasti tietoa sähköenergian jakelu- ja käyttöjärjestelmien kuntotutkimuksesta, jonka perusteella Sähkö-Rauma Oy:lle saadaan toimitettua tietopaketti kuntotutkimuksesta. Lisäksi saatiin muodostettua kuva esimerkkikohteen sähköenergian jakelu- ja käyttöjärjestelmien nykykunnosta.

Asiasanat: sähköenergian jakelu- ja käyttöjärjestelmät, kuntotutkimus, tarkastus, mittaaminen, sähkö

ABSTRACT

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

HYPPÖLÄ, JOONAS:

Inspections and Measurements of Electrical Distribution and Operation System's Condition Survey

Bachelor's thesis 96 pages, appendices 13 pages
May 2014

This thesis explains the basics of an electrical condition survey and how inspections and measurements for electrical distribution and operation systems are performed during a survey. To make the explanation simpler, a condition survey was carried out on the electrical distribution and operation systems of a target building. The phases and results of this survey were shown in this thesis.

The purpose of this thesis was to familiarize the writer of the thesis with condition survey of electrical distribution and operation systems, and on the basis of the information gathered to put together a condition survey material for Sähkö-Rauma Oy. An additional goal of this thesis was to form a picture of the current condition of the electrical distribution and operation systems of the target building.

The theoretical part of the thesis explained the legislative background of an electrical condition survey, and described the phases, needs and goals of it in general. The theory of inspections and measurements carried out during a survey of electrical distribution and operation systems is also covered in the theoretical part.

The practical part of this thesis was the condition survey made to a building located in the city of Rauma. The procedure and the results of the survey were described in the thesis, as well as the conclusions drawn and proceedings suggestions made based on the survey. The condition survey consisted of sensory inspections and condition survey measurements. The measurements made during the survey were the measuring of current, voltage and electric power of phases at electrical distribution boards, the measuring of short circuit currents of distribution boards and sockets, testing the continuity of sockets grounding wires, testing the functionality of residual-current devices, thermographic survey of distribution boards and variable-frequency drives and measuring the amount of light on the first floor of the building.

The work done for this thesis provided a lot of information about condition survey of electrical distribution and operation systems and taught a lot about the subject to the writer of this thesis. The information gathered during the process of this thesis enabled to form a material package about condition survey to be delivered to Sähkö-Rauma Oy. The condition of the electrical distribution and operation systems in the target building is also known and documented now.

Key words: electrical distribution and operation systems, condition survey, inspection, measuring, electricity

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	7
2	SÄHKÖJÄRJESTELMIEN KUNTOTUTKIMUS.....	8
2.1	Säädöstausta.....	8
2.2	Yleistä kuntotutkimuksesta.....	9
2.2.1	Kuntotutkimuksen vaiheet	10
2.2.2	Kuntotutkimuksen tarve ja tavoitteet	10
2.2.3	Kuntotutkimuksen lähtötiedot.....	11
2.2.4	Kuntotutkimuksen suorittaminen.....	12
2.3	Kuntotutkimuksen raportointi.....	12
2.3.1	ST-kortiston ohjeen mukainen raportti	12
2.4	Sähkönimikkeistöjen käyttö kuntotutkimuksessa.....	13
3	SÄHKÖTEKNISET JÄRJESTELMÄT JA NIIDEN TARKASTELU	14
3.1	Sähköenergian jakelu- ja käyttöjärjestelmät (S).....	14
3.1.1	Asennus- ja apujärjestelmät (S1)	14
3.1.2	Sähköenergian pääjakelu (S22).....	16
3.1.3	Laitteiden ja laitteistojen sähköistys (S23)	18
3.1.4	Sähköliitännäjäjärjestelmät (S24)	20
3.1.5	Valaistusjärjestelmät (S25)	21
3.1.6	Sähkölämmitysjärjestelmät (S26)	24
3.1.7	Muut järjestelmät (S7).....	25
3.2	Tietotekniset järjestelmät (T).....	26
4	MITTAUKSET JA SÄHKÖTYÖTURVALLISUUS.....	28
4.1	Sähkötyöturvallisuus kuntotutkimuksessa.....	28
4.2	Sähköenergian jakelu- ja käyttöjärjestelmien mittaukset	30
4.2.1	Virta, jännite ja sähköteho.....	30
4.2.2	Eristysresistanssi	33
4.2.3	Suojajohtimen jatkuvuus.....	35
4.2.4	Syötön automaattinen poiskytkentä	36
4.2.5	Suurimman oikosulkuvirran määrittäminen.....	37
4.2.6	Vikavirtasuojan toiminnan testaus	39
4.2.7	Maadoituselektrodin resistanssin mittaaminen	39
4.2.8	Valaistusvoimakkuus	40
4.2.9	Lämpötilan mittaukset.....	41
5	ESIMERKKIKOHTEN KUNTOTUTKIMUS.....	44
5.1	Yleistä	44
5.1.1	Kohteen historia ja perustiedot	44

5.1.2	Kuntotutkimuksen yleis- ja lähtötiedot	46
5.2	Kenttätyö.....	48
5.2.1	Suunnittelu	48
5.2.2	Toteutus.....	51
5.3	Sähköenergian jakelu- ja käyttöjärjestelmien kuntotutkimus	51
5.3.1	Asennus- ja apujärjestelmät (S1)	52
5.3.2	Sähköenergian pääjakelu (S22) ja sähköliittymä (S211)	56
5.3.3	Laitteiden ja laitteistojen sähköistys (S23)	72
5.3.4	Sähköliitännäjärjestelmät (S24)	73
5.3.5	Valaistusjärjestelmät (S25)	76
5.3.6	Muut järjestelmät (S7).....	78
5.4	Kuntotutkimuksen yhteenveto ja toimenpide-ehdotukset.....	79
6	POHDINTA.....	81
	LÄHTEET.....	82
	LIITTEET	84
	Liite 1. S2010-Sähkönimikkeistö, suppea	84
	Liite 2. Jännitetyöalueen rajat	86
	Liite 3. Pienimpiä toimintavirtoja sulakkeille ja johdonsuojakatkaisijoille	88
	Liite 4. Vikavirtasuojien standardin mukaiset laukaisuajat.....	89
	Liite 5. Kiinteistön nousujohtokaavio	90
	Liite 6. Aistinvaraisen tarkastuksen esimerkkipöytäkirjoja	91
	Liite 7. Pääkeskuksen perussuureiden mittauksen pöytäkirja	94
	Liite 8. Vaihepätö- ja vaiheloistehomittausten tuloksia	95

ERITYISSANASTO

gG-sulake	Yleiskäyttöön tarkoitettu sulake, jonka katkaisukyky käsittää koko virta-alueen
Johdonsuojakatkaisija	Palautettava sulake, automaattisulake
Kahvasulake	Sulake, jolla suuri virrankatkaisukyky
Kontakori	Sähkömekaaninen kytkin
KTMp	Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös
SFS	Suomen Standardisoimisliitto SFS ry
True RMS -mittari	Mittari, jolla pystytään mittaamaan siniaallon muotoisen virta- tai jännitesignaalin todellinen tehollinen arvo
Vikavirtasuojaja	Komponentti, jota käytetään lisäsuojana suojaamaan sähkölaitteiden käyttäjiä vaarallisilta sähköiskuilta

1 JOHDANTO

Sähkölaitteiden ja eri sähkötekniisten järjestelmien onnistuneen huollon ja ylläpidon edellytyksenä on tieto niiden nykyisestä kunnosta ja uudistamistarpeesta. Sähkötekni- sen kuntotutkimuksen aikana selville saadut tiedot auttavat kohdentamaan kiinteistön sähkötek- nisille järjestelmille tehtäviä korjaustoimenpiteitä ja investointitarpeita. Kuntotutkimuk- sen perusteella tehty raportti toimii hyvänä työkaluna, kun kiinteistölle halutaan laatia esimerkiksi korjaus- ja ylläpitosuunnitelma.

Tässä opinnäytetyössä käsitellään yleisesti sähkötekniistä kuntotutkimusta sekä sen vai- heita, tavoitteita ja suorittamista. Pääpaino työssä on kuntotutkimuksen aikana sähköener- gian jakelu- ja käyttöjärjestelmille tehtävissä tarkastuksissa ja mittauksissa. Opinnäyte- työssä käydään läpi yleisimmät kiinteistöissä esiintyvät sähköenergian jakelu- ja käyttö- järjestelmät sekä paneudutaan niiden kunnan tutkimiseen.

Opinnäytetyön aiheen lähtökohtana oli perehdyttää tämän opinnäytetyön laatija sähkö- tekni- sen kuntotutkimuksen kulkuun, sähköenergian jakelu- ja käyttöjärjestelmille kunto- tutkimuksen aikana tehtäviin tarkastuksiin ja mittauksiin sekä työn ohella koota Sähkö- Rauma Oy:lle kuntotutkimusmateriaali, jota pystytään hyödyntämään tulevaisuudessa. Kuntotutkimusmateriaali pitää sisällään ohjeita ja tarkastuslistoja sähkön jakelu- ja käyt- töjärjestelmien kunnan ja laadun tarkasteluun sekä mittauksiin. Lisäksi se pitää sisällään mittauspöytäkirjoja ja raportointiohjeita kuntotutkimuksen dokumentointiin.

Kuntotutkimusohjeen kokoamisen ja kuntotutkimuksen aikana tehtävien tarkastusten ja mittausten ymmärtämisen helpottamiseksi tehtiin esimerkkipöytäkirjoja kuntotutkimus, jonka kulkua ja tuloksia käsitellään tämän opinnäytetyön yhteydessä. Esimerkkipöytäkirjo- na toimi vuonna 1970 valmistunut kiinteistö, Raumalla.

2 SÄHKÖJÄRJESTELMIEN KUNTOTUTKIMUS

2.1 Sääöstausta

Sähköturvallisuuden liittyvät pelisäännöt kuvataan säädöksissä. Sähkölaitteiden- ja laitteistojen sähköturvallisuus pyritään varmistamaan antamalla niitä koskevat perusvaatimukset turvallisuustasolle, vaaditulle häiriönsietotasolle sekä sallitulle häiriön aiheuttamistasolle (Sähköturvallisuuslaki 410/1996). Lisäksi säädöksissä on asetettu velvoitteita sähkölaitteistoille tehtävistä tarkastuksista (KTMp 517/1996). Sähköturvallisuuden ylläpitämiseksi sähköalalla työtä tekevien ja työtä johtavien ammattipätevyyttä valvotaan ja heille asetetaan kelpoisuusvaatimuksia (KTMp 516/1996). (Nurmi & Simonen 2003, 16.)

Keskeiset sähköasennusstandardien käyttöä koskevat säädökset ovat kauppa- ja teollisuusministeriön päätökset 1193/1999 (päätös sähkölaitteistojen turvallisuudesta) ja 516/1996 (päätös sähköalan töistä). Niissä standardeille annetaan erityisasema. (SFS-Käsikirja 600-2 2012, 6)

Kuntotutkimukset kohdistuvat useimmiten vanhempiin kiinteistöihin. Rakennuksia alettiin pääsääntöisesti sähköistää jo 1930-luvulla, mutta varsinaiset rakennuksien sähkölaitteistoja koskevat sähköturvallisuusmääräykset tulivat voimaan vasta vuonna 1974. Vanhojen sähkölaitteistojen kuntoa ja määräysten mukaisuutta tutkittaessa tulee tutkimuksen tekijällä olla tietämys ennen voimassa olleista määräyksistä ja standardeista. Alla on lueteltu eri aikoina voimassa olleita standardeja ja määräyksiä:

2.1.2000 – Standardisarja SFS 6000 Pienjännitesähköasennukset

1.7.1997 – Sähkötarkastuskeskuksen julkaisu A 2-94 ”Rakennusten sähköasennukset”

1.7.1991 – Sähkötarkastuskeskuksen julkaisu A 1-89 ”Sähköturvallisuusmääräykset”

1.1.1981 – Sähkötarkastuskeskuksen julkaisu A 1-80 ”Sähköturvallisuusmääräykset”

1.7.1974 – Sähkötarkastuslaitoksen julkaisu A 1-74 ”Sähköturvallisuusmääräykset”

1.10.1957– Sähkötarkastuslaitoksen julkaisu A 1-57 ”Sähkölaki ja varmuusmääräykset”

1.7.1930 – Sähkötarkastuslaitoksen käsikirja 1 ”Varmuusmääräykset”

(Ylinen & Koivisto 2011, 21; SFS-Käsikirja 600-1 2012, 577)

Suomessa tärkein voimassaoleva uusien pienjännitesähköasennuksia koskeva sähköasennusstandardi on SFS 6000:2012. Pienjännitesähköasennuksilla tarkoitetaan nimellijännitteeltään enintään 1000 V vaihtojännitteisiä tai 1500 V tasajännitteisiä asennuksia.

Kuntotutkimuksen suorittamiselle tai sen teettämiselle ei ole laissa asetettuja määräyksiä tai vaatimuksia. Sähkötekniikan kuntotutkimuksen suorittajaksi kannattaa kuitenkin valita ammattitaitoinen ja päteväntynyt kuntotutkija. Henkilö- ja yritysarviointi SETI Oy ylläpitää kuntotutkijarekisteriä pätevyystodistuksesta. Kuntotutkijan pätevyystodistuksen saamisen ehtoina ovat, että todistuksen hakija on hyväksytysti suorittanut kolmipäiväisen kuntotutkijakoulutuksen, hakijalla on sähköpätevyystodistus 1 tai 2 ja että hakijalla on voimassa oleva sähkötyöturvallisuuskortti tai -todistus. (SETI Oy, Sähkölaitteiston kuntotutkijan pätevyystodistus.)

2.2 Yleistä kuntotutkimuksesta

Sähköjärjestelmien kuntotutkimus on kiinteistön sähköjärjestelmille tehtävä selvitys, joka edesauttaa kyseisten järjestelmien korjaussuunnittelua sekä sen toteuttamista. Kuntotutkimus on usein jatkotoimenpide jo aiemmin tehdyille kuntoarvioille. Kuntotutkimus tehdään, kun kiinteistön sähkötekniikan järjestelmien kunnosta ei ole saatu riittävän tarkkaa kuvaa pelkän kuntoarvion perusteella. Jos kaikkien sähkötekniikan järjestelmien tarkempaan selvitykseen ei ole tarvetta, sähköjärjestelmien kuntotutkimus voi tilaajan halutessa kohdistua myös yksittäisiin järjestelmiin, esimerkiksi rakennusautomaatiojärjestelmään. (Hakamäki & Lehtonen 2005, 10, 14.)

Kuntotutkimuksen avulla saadaan selvitettyä tämän hetkiset sähkötekniikan järjestelmien, esimerkiksi johtoteiden ja valaisimien vauriot, vaurioiden laajuus ja niistä aiheutuneet turvallisuusriskit. Kuntotutkimukseen kuuluvia toimenpiteitä ovat sähköpiirustuksiin ja muihin dokumentteihin tutustuminen, sähkötekniikan järjestelmien aistinvarainen tarkastelu sekä tarvittavien mittausten ja testausten tekeminen. Kuntotutkimuksen päätteeksi tutkimuksen aikana selvinneet asiat ja suositeltavat toimenpiteet kootaan kuntotutkimusraporttiin, joka toimitetaan tutkimuksen tilaajalle. (Hakamäki & Lehtonen 2005, 14.)

2.2.1 Kuntotutkimuksen vaiheet

Kuntotutkimuksen vaiheet ja niiden toteuttamisjärjestys ovat tapauskohtaisia. Kuntotutkimus voidaan kuitenkin yleisesti jakaa kymmeneen työvaiheeseen ST-kortti 97.00:n (2005) mukaisesti:

1. Kuntotutkimussopimus
2. Lähtötietojen hankinta
3. Aloituspalaveri kohteessa
4. Kenttätyö
5. Mittaukset ja näytteen otto
6. Tulosten analysointi
7. Toteutuskustannusten arviointi
8. Raportin kirjoittaminen
9. Raportin luovutus
10. Loppupalaveri tilaajan kanssa

Kuntotutkimuksen kulku, sen aikana käsiteltävät ja tehtävät asiat sekä tutkimuksen tulokset ovat riippuvaisia siitä mitä tilaaja ja kuntotutkimuksen tekijä ovat sopineet ennen kuntotutkimuksen aloittamista.

2.2.2 Kuntotutkimuksen tarve ja tavoitteet

Sähköteknisen kuntotutkimuksen teettäminen tulee ajankohtaiseksi, kun vanhalle kiinteistölle ollaan tekemässä huolto- ja kunnossapitosuunnitelmaa tai suunnittelemassa laajempia korjaustoimenpiteitä tai -investointeja. Myös tilojen käyttötarkoituksen muuttuminen tai kiinteistökauppa voivat olla syitä sähköteknisen kuntotutkimuksen teettämiselle. Tarve järjestelmäkohtaiselle kuntotutkimukselle voi aiheutua jonkin sähkölaitteen tai kokonaisen järjestelmän ajoittaisista toimintahäiriöistä. Tarpeen kuntotutkimukseen voi aiheuttaa myös tekniikan kehitys, esimerkiksi HDTV-lähetyksien alkaminen ja huipunopeiden laajakaistayhteyksien yleistyminen. Esteettisyys ja työolot voivat myös olla syynä kuntotutkimukselle, esimerkiksi heikot valaistusvoimakkuudet työpisteillä tai mahdolliset valosaasteilmiöt voivat olla syitä valaistusjärjestelmän kuntotutkimukselle. (Hakamäki & Lehtonen 2005, 17.)

Sähköteknisen kuntotutkimuksen tavoitteena on antaa kuntotutkimuksen tilaajalle selkeä kuva tutkittujen laitteiden ja järjestelmien toimintakunnosta, tarvittavista korjaustoimenpiteistä tai mahdollisista parannusmahdollisuuksista sekä laitteistojen sen hetkisestä turvallisuudesta. Kuntotutkimuksen loppuraportin perusteella voidaan kohdelaitteiston huolto ja kunnossapito suorittaa kustannustehokkaasti ja oikea aikaisesti, sekä määrittää mahdolliset korjausinvestointeja vaativat sähkölaitteistot. Kiinteistön ylläpitokuluihin voidaan vaikuttaa tutkimalla kiinteistön energiankulutusta. Tariffien ja tehojen tarkastelun sekä muiden toimenpide-ehtotusten, kuten vanhojen loisteputkivalaisimen uusimisen, perusteella voidaan luoda huomattavia taloudellisia säästöjä. (Hakamäki & Lehtonen 2005, 17)

2.2.3 Kuntotutkimuksen lähtötiedot

Sähköteknisen kuntotutkimuksen tilaaja määrittelee tarjouspyynnössään tutkimuksen laajuuden ja kyetessään erittelee tutkittavat järjestelmät. Tilaaja ilmoittaa tarjouspyynnössään, mitä lähtötietoja kiinteistöstä on saatavilla. Jos erillistä tarjouspyyntöä ei tehdä, voi tilaaja yhdessä kuntotutkimuksen tekijän kanssa sopia tutkimuksen lähtökohdista ja -tiedoista, esimerkiksi palaverin merkeissä. Tarvittavia lähtötietoja ovat esimerkiksi

- Kuntotutkimuksen laajuus
- Kiinteistössä esiintyneet ongelmat
- Parannustarve-ehdotukset
- Aiempien käyttäjäkyselyiden tulokset
- Tiedot aiemmin tehdyistä tutkimuksista ja tarkastuksista
- Kunnossapitosuunnitelma yms.
- Sähkön kulutus- ja kustannustiedot
- Kiinteistön erityisjärjestelmien tiedot
- Kiinteistön rakennus- ja korjaushistoria
- Suunnitelma-asiakirjat (sähköpiirustukset, työselostukset, jne.)
- Huoltokirja, ym. huolto-ohjeet

Tilaaja luovuttaa kaikki saatavilla olevat lähtötiedot kuntotutkijan käyttöön viimeistään kuntotutkimuksen kenttätöön suunnitteluvaiheen alkaessa. (Hakamäki & Lehtonen 2005, 27, 28.)

2.2.4 Kuntotutkimuksen suorittaminen

Kuntotutkimuksen tekijä aloittaa kuntotutkimuksen tutustumalla kiinteistön lähtötietoihin. Ensimmäisenä on hyvä tutustua saatavilla oleviin piirustuksiin ja muihin dokumentteihin. Tarkasteltaessa dokumentteja on hyvä muistaa, että etenkin sähkötekniisiin järjestelmiin on vuosien saatossa saattanut tulla muutoksia, joita ei ole päivitetty dokumentteihin. Suunnitteludokumentteja ja piirustuksia arvioimalla voidaan muodostaa kuva kiinteistön sähköjärjestelmien turvallisuudesta ja mahdollisista vaurioalttiuksista. (Hakamäki & Lehtonen 2005, 24.)

Kenttätyön alussa kohde kiinteistössä suoritetaan aistinvaraiset tarkastukset. Lisäksi aistinvaraisessa tarkastuksessa pyritään arvioimaan näkyvien vaurioiden määrää ja niiden vaikutusta. Jos havaitut vauriot arvioidaan riittävän suuriksi, voidaan korjausvaihtoehtojen kirjaaminen suoraan sivuuttaa ja ehdottaa järjestelmän uusimista. Aistinvaraisten tarkastusten aikana voidaan muun muassa tarkastaa sähkökeskusten ja sen osien rakenteellinen kunto sekä esimerkiksi kuulustella kontaktoreiden ja releiden kytkentä-ääniä ja mahdollista hurinaa. (Hakamäki & Lehtonen 2005, 24.)

2.3 Kuntotutkimuksen raportointi

Kuntotutkimuksen lopuksi kuntotutkimuksen tekijä toimittaa tilaajalle kuntotutkimusraportin ja käy sen läpi yhdessä tilaajan kanssa. Raportissa esitetään kaikki kuntotutkimuksen aikana saadut tulokset. Raporttiin on kerätty kaikki tutkimuksessa selvitetty asiat ja saatuihin tuloksiin perustuvat toimenpide-ehdotukset. Raporttiin on kirjattu kaikki ne asiat, joista voi olla hyötyä kiinteistön huollossa ja ylläpidossa sekä korjaussuunnittelussa.

2.3.1 ST-kortiston ohjeen mukainen raportti

Kuntotutkimusraportin tulisi olla sisällöltään yksiselitteinen ja selkokielineen. Tilaajan tulee pystyä löytämään haluamansa tiedot raportista helposti ja nopeasti. Tekniset asiat tulee raportissa esittää niin havainnollisesti ja ymmärrettävästi, kuin mahdollista. Raportissa esitetään tutkimuksen aikana esille nousseiden toimenpiteiden turvallisuus- säästö-

ja hyötyvaikutukset sekä annetaan ohje niiden eteenpäin viemiseksi. Liitteiksi raporttiin voidaan lisätä muun muassa saadut mittaustulokset ja valokuvia kriittisistä kohteista.

ST-kortti 97.00 Sähkö- ja tietojärjestelmien kuntotutkimus (2005) esittää kuntotutkimusraportin sisällysluettelolle seuraavanlaista rakennetta:

1. Tiivistelmä
2. Sisällys
3. Kohteen tunnistetiedot ja yleistiedot
4. Kuntotutkimukselle sovitut rajat ja tavoitteet
5. Tutkittujen vaurioiden ja ongelmien esittely
6. Käytetyt kuntotutkimusmenetelmät ja niiden tavoitteet
7. Tehdyt havainnot ja saadut mittaus- ja laboratoriotulokset
8. Johtopäätökset
9. Henkilöturvallisuuteen liittyviä riskitekijöitä
10. Korjaustoimenpidevaihtoehdot ja niiden arviointi sekä karkea kustannusvertailu
11. Lisä- ja jatkotutkimustarve (tarvittaessa)
12. Liitteet.

Raportin laajuus riippuu tutkimuksen laajuudesta ja tutkittavien järjestelmien määrästä. Tutkimuksen tilaaja voi esittää omat toiveensa raportin muotoilun ja sisällön suhteen. Vaatimukset raportin suhteen on kuitenkin hyvä esittää selvästi jo kuntotutkimuksen sopimusvaiheessa, jotta vältetään myöhemmiltä väärinymmärryksiltä.

2.4 Sähkönimikkeistöjen käyttö kuntotutkimuksessa

Sähköteknisessä kuntotutkimuksessa on suositeltavaa käyttää suunnittelun, suorittamisen ja raportoinnin aikana apuvälineenä S2000- tai S2010-sähkönimikkeistöä. Sähkönimikkeistöissä rakennuksen sähköistys on jaoteltu toiminnallisiin järjestelmäkokonaisuuksiin. Yksi nimike muodostaa toimivan järjestelmäkokonaisuuden, jolla pystytään toteuttamaan asiakkaan toiminnalliset tarpeet.

Tässä työssä sähkötekniset järjestelmät on esitetty S2010-sähkönimikkeistön mukaisesti, esimerkiksi johtotiet kuuluvat asennus- ja apujärjestelmiin (S1), jossa S1 viittaa sähkönimikkeeseen. Suppea versio S2010-sähkönimikkeistöä on esitetty liitteessä 1.

3 SÄHKÖTEKNISET JÄRJESTELMÄT JA NIIDEN TARKASTELU

3.1 Sähköenergian jakelu- ja käyttöjärjestelmät (S)

Sähköteknisen kuntotutkimuksen aikana tutkimuskohteessa suoritetaan sähköteknisille järjestelmille erilaisia tarkastuksia ja kuntotutkimusmittauksia. Tarkastusten ja mittausten laajuus ja tarve riippuu ennakkoon tutkimukselle asetetuista tavoitteista. Tässä luvussa käydään läpi kiinteistöistä yleisimmin löytyvät sähköenergian jakelu- ja käyttöjärjestelmät sekä käsitellään niille kuntotutkimuksen aikana tehtäviä tarkastuksia. Järjestelmät on jaoteltu S2010-sähkönimikkeistön mukaisesti.

3.1.1 Asennus- ja apujärjestelmät (S1)

Asennus- ja apujärjestelmiin sisältyvät erilaiset mekaaniset apu-, asennus- ja reittijärjestelmät sekä varustelut. Asennusreittejä ovat kaikki johtotiet, joita pitkin kulkee eri sähköteknisten järjestelmien kaapelointeja, kuten sähkön jakelun kaapeleita, ohjauskaapeleita ja yleiskaapelointeja. Johtoteitä ovat esimerkiksi kaapelihyllyt (kuva 1), valaisinripustus-kiskot, kaapelikanaalit ja erilaiset johtokanavat (kuva 2).



KUVA 1. Alumiininen tikashylly seinäkiinnikkeillä.



KUVA 2. Teräksinen johtokanava, josta löytyy sähkö- ja teleliitäntäpisteitä.

Kuntotutkimuksessa tarkasteltaessa kaapelihylly- ja ripustuskiskoasennuksia tarkistetaan silmämääräisesti asennusten kiinnitysten, pulttien, ankkurointien ja kierretankojen mahdolliset vauriot ja yleinen kuntotaso, kuten puhtaus. Tutkimuksen aikana testataan kaapelihyllyjen ja ripustuskiskojen kuormitettavuus esimerkiksi ravistelemalla ja heiluttelemalla hyllyjä ja ripustuskiskoja. Tarvittaessa kuormitusta voidaan testata myös lisäpainon avulla, jolloin on huomioitava kaapelihyllyjen ja ripustuskiskojen suunniteltu kuormituskkestävyys. Kaapelihyllyjen ja ripustuskiskojen tulisi olla kiinnitettynä alustalleen noin 2–3 metrin välein. Jos tutkimuksen aikana huomataan, että kaapelihyllyt tai ripustuskiskot ovat jostain syystä taipuneet, vääntyneet tai irronneet kiinnityksistään, on hyvä tarkistaa, että hyllyille ja kiskoille on jätetty riittävästi lämpölaajenemisvaraa.

Kuntotutkimuksen aikana tarkistetaan lisäksi kaapelihyllyille ja ripustuskiskoille tehdyt potentiaalintasaukset. Kaapelihyllyjärjestelmiä tarkasteltaessa on tärkeää kiinnittää huomiota hyllyjen kapasiteettiin ja jälkiasennusmahdollisuuksiin. Varsinkin sähkötilojen ja pääjohtoreittien kaapelihyllyihin tulee tällöin kiinnittää huomiota. (Autio, Härkönen, Reinikainen 2009, 11–12; ST-kortti 97.10 Sähkö- ja tietojärjestelmien kuntotutkimus, asennusreitit 2005, 1–2.)

Johtokanava-asennuksia tarkasteltaessa kiinnitetään huomiota kiinnitysten ja mekaanisten vaurioiden lisäksi asennusten ulkonäköön, sillä etenkin lista- ja kaapelikouruasennuksia tehdään usein hyvin näkyviin paikkoihin. Johtokanava-asennuksien kuntoa tutkittaessa on hyvä tarkistaa, että johtokanavat on asennettu ohjeiden mukaisesti ja todeta että tarkistuksen kohteena oleva johtokanava on kotelointiluokaltaan soveltuva kyseiseen tilaan. (Autio, Härkönen, Reinikainen 2009, 13.)

Asennusreitteihin luetaan lisäksi kaikki kaapeliläpiviennit. Kaapeliläpivientejä tutkittaessa tarkistetaan ja määritellään läpivientien tyyppi ja rakenne. Johtoteiden läpivienneissä tulee kiinnittää huomiota läpiviennille asetettuihin vaatimuksiin (ääni-, kosketus-, paloeristysvaatimukset) sekä tarkasteltavan läpiviennin rakenteen kaapeleihin ja johtoihin aiheuttamiin mahdollisiin vaurioihin. Vaurion aiheuttajia läpiviennissä voivat olla esimerkiksi kaapelin hankautuminen teräviin reunoihin, huonosti kiinnitetyn kaapelihyllyn aiheuttama mekaaninen rasitus kaapeleihin tai huolimattomasti tiivistetty läpivienti, joka saattaa aiheuttaa veden ja kylmällä säällä jään kertymisen putkeen tai rasiaan. (ST-kortti 97.10 Sähkö- ja tietojärjestelmien kuntotutkimus, asennusreitit 2005, 2.)

Ennen palo-osastojen välisten läpivientien tarkastamista, tulee selvittää miten rakennuksen palo-osastoinnit on toteutettu. Rakennukset jaetaan palo-osastoihin yleensä kerroksittain (kerrososastointi) ja käyttötavaltaan tai palokuormaltaan oleellisesti eroavien tilojen (käyttötapaosastointi) mukaan. Lisäksi palo-osastojen kokoa tulee rajoittaa niin, että osastossa syttyvä palo ei aiheuta kohtuuttoman suuria vahinkoja (pinta-alaosastointi). (E1 Rakennusten paloturvallisuus 2002, 11.)

Palo-osastojen väliin asennettujen läpivientien tulee olla ympäristöministeriön tyyppihyväksymiä. Oikean tyyppinen palokatko säilyttää palotiiveytensä ja eristyskykynsä palotilanteessa. Hyväksytty palokatko tulee olla merkitty tyyppihyväksyntää osoittavalla taralla tai kilvellä. (Autio, Härkönen, Reinikainen 2009, 45.)

ST-kortti 97.10 Sähkö- ja tietojärjestelmien kuntotutkimus, asennusreitit (2005) antaa ohjelistan palokatkojen läpivientien tarkasteluun:

- Selvitä, vastaako läpivientimassa (tai järjestelmä) läpivientirakenteen luokitusta,
- Raportoi, meneekö johtotie läpiviennin läpi, (jos menee, katkaistava)
- Kaapelit nipussa – saavatko ne olla nipussa?
- Mitkä ovat maksimihalkaisijat?
- Mitkä ovat yksittäisten kaapeleiden ja nippujen minimietäisyydet?
- Selvitä suurimmat sallitut kaapelimäärät läpiviennissä.
- Varmista, että massa ei sisällä ongelmajätteitä.

Väestönsuojien ja erikoistilojen asennuksissa käytetyistä kaasutiiviistä läpivienneistä ST-kortti 97.10 antaa ohjeeksi tarkistaa ja kirjata ylös läpivientijärjestelmän valmistajan ja tyyppin, järjestelmän kiinnityksen sekä vapaana olevien aihoiden ja holkkien määrän.

3.1.2 Sähköenergian pääjakelu (S22)

Sähköenergian pääjakelujärjestelmiin luetaan järjestelmät ja laitteet, kuten sähköpääkeskus syöttöjärjestelmineen, sähkön jakokeskukset ja keskusten väliset kaapeloinnit (kuva 3), maadoitukset, ylijännitesuojat ja yliaaltojen suodatuslaitteet sekä loistehon kompensointilaitteet. Sähköenergian pääjakelujärjestelmien tutkimisen yhteydessä on suotavaa

tarkastaa myös sähköliittymä (S211) asennus- ja suojausosineen sekä mahdolliset tuotantolaitteiden sähkön pääjakelujärjestelmät (S32), varavoimajärjestelmät (S4) ja UPS-jakelujärjestelmät (S5).



KUVA 3. Jakokeskus (vas.) ja pääkeskus (oik.)

Kuntotutkimuksessa käydään läpi kiinteistön keskustilat. Keskustiloissa tutkitaan tilojen siisteyttä, käytettävyyttä ja tarkoituksenmukaisuutta. Huomioitavia asioita voivat olla esimerkiksi, keskustilojen käyttö varastona tai keskustiloihin kertynyt romu, kuten hajonneet sulakkeet ja loisteputket. Keskustiloihin kertyneet tavarat saattavat tukkia kulkureittejä sekä vaikeuttaa keskuksilla tehtäviä huoltotöitä ja asennuksia. Ylimääräinen tavara myös lisää palokuormaa keskustiloissa. Keskustilojen tarkastelussa on hyvä huomioida lisäksi asioita, kuten ympäristön korkea lämpötila ja keskustiloihin sijoitetut muut järjestelmät. (Hakamäki & Lehtonen 2005, 47.)

Sähkökeskuksista tarkastellaan muun muassa keskuksien kotelointia ja kotelointiluokan tasoa. Keskuksen rikkinäinen kotelo tai kansi heikentää usein keskuksen kotelointiluokaa. Normaalisti lukittuna pidettävän keskuksen lukon hajoaminen tai kannen puuttuminen saattaa aiheuttaa asiaankuulumattomalle henkilölle pääsyn keskuksen jännitteellisiin osiin ja aiheuttaa näin vaaratilanteen. Kotelointiluokan heikkeneminen saattaa tehdä sähkökeskuksen alttiiksi muun muassa vesivahingon aiheuttamille seuraamuksille.

Kuntotutkimuksessa tarkastellaan lisäksi keskuksien, niissä olevien suojalaitteiden sekä komponenttien merkintöjen kuntoa ja olemassaoloa. Lisäksi todetaan keskuksien liitosten kunto, toimivuus ja riittävyys. Etenkin vanhempia sähkökeskuksia tarkasteltaessa on hyvä kiinnittää huomiota keskuksien ja keskuskomponenttien määräystenmukaisuuteen sekä tarkistaa muun muassa sulakepohjien kunto. Liitosten ja komponenttien kunnan tutkimiseen hyvä apuväline on lämpökamera. Lämpökuvauksen avulla voidaan keskuksista nopeasti paikantaa normaalista poikkeavat lämpenemät.

Kuntotutkimukseen sisältyy myös testauksia sekä toimintojen ja laiteohjauksien kokeiluja, joita voidaan suorittaa esimerkiksi olemassa olevien toimintaselostusten pohjalta. Pääkytkimien toiminta voidaan testata, jos niiden toimivuutta tai kestävyyttä on aihetta epäillä. Lisäksi voidaan suorittaa laajempia tutkimuksia mittaamalla. Tällaisia mittauksia ovat esimerkiksi vikavirtasuojien toiminnan testaus, perussuureiden (virta, jännite ja sähköteho) mittaus, maadoituksen jatkuvuus mittaus ja oikosulkuvirran mittaus. (Hakamäki & Lehtonen 2005, 48.)

Kuntotutkimuksessa tarkistetaan myös kiinteistön jakelujärjestelmän sähköliittymän tila sekä liittymän tekniseltä, että hallinnolliselta osalta. Tekniseltä osalta tarkistetaan liittymisjohdon ikä, tyyppi, rakenne, liitosten kunto sekä selvitetään sen palosuojaus. Jos jakeluverkkoyhtiöltä ei saada tietoa minimioikosulkuvirran suuruudesta, voidaan se tarvittaessa mitata. Hallinnolliselta osalta on syytä selvittää liittymän omistussuhteet sekä huollon- ja kunnossapidon vastuualueiden rajapinnat. Lisäksi tarkistetaan onko liittymä rakenteeltaan liittymissopimuksen mukainen. (ST-kortti 97.10 Sähkö- ja tietojärjestelmien kuntotutkimus, jakelujärjestelmät 2005, 1–2.)

3.1.3 Laitteiden ja laitteistojen sähköistys (S23)

Laitteiden ja laitteistojen sähköistys -ryhmä käsittää kaikki kiinteistöön asennetut kiinteät sähkölaitteet, kyseisten laitteiden kaapeloinnit, turvakytkimet, merkkivalot, ohjauslaitteet ja muut vastaavat. Tällaisia laitteita ovat esimerkiksi kaikki LVI-järjestelmän laitteet, kuten pumput, puhaltimet sekä taajuusmuuttajat (kuva 4). Kiinteistön koneiden ja laitteistojen sähköistyksen kuntotutkimus voi tilaajan halutessa kattaa myös tuotantolaitteiden (S3) sähköistysten kunnan tutkimisen.



KUVA 4. Taajuusmuuttajilla säädetään usein ilmastointikoneen puhaltimia.

Kuntotutkimuksessa tarkastellaan sähkölaitteiden ja niiden asennusten kuntoa, siisteyttä ja kotelointia. Tarkasteltavien laitteiden kytkimien, suojalaitteiden, merkkivalojen ja ohjauslaitteiden merkinnät tarkastetaan ja puutteet listataan. Vahinkokäynnistyksen estolaitteiden ja hätäpysäytyspainikkeiden sijoittelu ja merkinnät tarkastetaan ja jos mahdollista laitteiden ja painikkeiden toiminta testataan. Laitteiden kotelointiluokkiin on syytä kiinnittää huomio, etenkin niissä tiloissa, joissa käyttötarkoitus on vuosien kuluessa vaihtunut. (Hakamäki & Lehtonen 2005, 48–49.)

Jos testattavasta laitteistosta on saatavana tapahtumahistoriatietoja, voidaan näiden tietojen perusteella muodostaa kuva laitteiston toimintakunnosta. Tällaisia laitteistoja ovat esimerkiksi kiinteistöjen rakennusautomaatiojärjestelmään liitetyt ilmastointi- ja lämmitysjärjestelmät. Jos lämpö-, vesi- tai ilmastointijärjestelmässä havaitaan eriskummallisuuksia, voidaan tarvittaessa suorittaa järjestelmäkohtainen toimintakoe järjestelmän toimintaselostuksen pohjalta. Laitteistojen toimintakuntoa ja turvallisuutta selvitetessä, voidaan suorittaa mittauksia, kuten eristysresistanssinmittaus, oikosulkuvirtojen mittaaminen sekä suojajohtimen jatkuvuuden mittaaminen laitteiden rungosta. (Hakamäki, Lehtonen 2005, 48–49.)

3.1.4 Sähköliitännäjäjärjestelmät (S24)

Sähköliitännäjäjärjestelmiin kuuluvat

- pistorasiat johdotuksineen (kuva 5)
- kosketinkiskot (ei valaistusjärjestelmiin kuuluvat)
- jakelukiskot
- autolämmityspistorasiat (kuva 6), pistorasiapylväät ja -keskukset
- liitin- ja johtosarjajärjestelmät



KUVA 5. Maadoitettuja pistorasioita.



KUVA 6. Autolämmityspistorasia, jonka kotelon kansi on vioittunut.

Sähköliitännäjäjärjestelmien aistinvaraisessa tarkistuksessa selvitetään kytkimien, pistorasioiden ja vastaavien kalusteiden kunto, eheys, tiiveys. Pistorasioiden kohdalla todetaan niiden oikea sijoittelu ja riittävyys. Pistorasiapylväistä ja autolämmityspistorasioista selvitetään kunnon lisäksi niiden tyyppi, rakenne, asennustapa, asennusajankohta ja ikä. Ko-

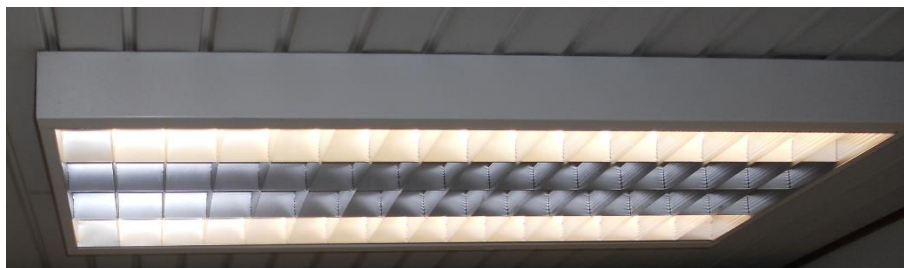
telointiluokan riittävyyteen on myös syytä kiinnittää huomiota. Kosketinkiskojärjestelmistä tarkistetaan niiden mekaaninen kestävyys, kiinnitysten kunto sekä kaikkien järjestelmään kuuluvien rakenneosien paikallaan olo. (ST-kortti 97.40 Sähköjärjestelmien kuntotutkimus, sähköliitännäjäjärjestelmät (2005), 2–3)

Edellä mainituille sähköliitännäjäjärjestelmille voidaan tarpeen vaatiessa suorittaa sähköturvallisuusmittauksia. Mittauksista mainittakoon vikavirtasuojien testaus, syötön automaattisen poiskytkennän testaus ja suojajohtimen jatkuvuusmittaus. Vaikka viallisuuksia pistorasiaryhmien kohdalla ei olisi esiintynyt, on suositeltavaa suorittaa pistokoeluoontoisesti joitain mittauksia, jotta pystytään varmistumaan järjestelmien suojauksesta ja niiden sähköturvallisuudesta.

Myös erillisen varavoima- tai UPS-järjestelmän kautta syötetyt sähköliitännäjäjärjestelmät on syytä huomioida kuntotutkimuksen aikana. Jos kiinteistöstä löytyy tällaisia järjestelmiä, kannattaa niiden toimivuus varmistaa koekäytöllä.

3.1.5 Valaistusjärjestelmät (S25)

Valaistusjärjestelmien kuntotutkimus kattaa kaikki kiinteistön alueella ja rakennuksissa olevat kiinteästi asennetut valaisimet valonlähteineen (kuva 7) mukaan lukien niiden ohjauslaitteet ja -järjestelmät sekä valaisimien asennus- ja ripustusosat. Valaistusjärjestelmiin luetaan yleis- ja ulkovalaistusjärjestelmät. Valaistusjärjestelmien kuntotutkimuksen yhteydessä on syytä huomioida myös kaikki turvalaistusjärjestelmät (S6).



KUVA 7. Loisteputkivalaisin.

Valaistuksen avulla on mahdollista luoda miellyttävä ja toimiva työskentely- ja oleskeluympäristö (kuva 8). Työpaikoilla on lisäksi erityisen tärkeää, että valaistus on riittävän

tehokas, jotta työntekijöille voidaan taata turvalliset työskentelyolosuhteet. Näiden asioiden vuoksi on tärkeää kuntotutkimusta suunniteltaessa sopia tilaajan kanssa, mitä tutkitaan ja miksi. Kuntotutkimuksen aikana kartoitetaan nykytilanne ja laaditaan toimenpideehdotus tilaajalle. Toimenpide-ehdotus voi olla esimerkiksi uuden valaistus suunnitelman laatiminen tai suora ehdotus uusien, tehokkaampien valaisimien hankkimiseksi. (Hakamäki, Lehtonen 2005, 51.)



KUVA 8. Toimisto on valaistu neljällä loisteputkivalaisimella.

Sisävalaistuksen kuntotutkimuksessa kiinnitetään huomiota seuraavanlaisiin asioihin:

- Minkä tyyppisiä valaisimia on käytössä?
- Millaisia ohjaustapoja valaistuksella on?
- Onko valaistus oikeanlainen tutkittavaan tilaan?
- Tarkastetaan lamppukuolleisuus ja lampputyypit. Onko lamppujen valovirta ja värisävy soveltuva tilaan?
- Käydään läpi valaisimien ja valaistusjärjestelmän puhtaus sekä mekaaninen ja tekninen kunto. Pitävätkö valaisimet ylimääräisiä ääniä? Onko valaisimille tehty ilkivaltaa?
- Tarkastetaan valaisimien paikat ja niiden valonjako sekä määritellään valaistuksen tehokkuus. Miten luonnonvalo tulee tilaan?

- Otetaan huomioon, miten valaistus vaikuttaa työn mielekkyyteen ja viihtyvyyteen.
- Määritetään valaisimien ja lamppujen asennusajankohta ja jäljellä oleva tekninen käyttöikä.
- Testataan mahdollisten poistumisvalaistusjärjestelmien toiminta testausohjeen mukaisesti.

(ST 97.50 Sähköjärjestelmien kuntotutkimus, valaistus ja valaistusjärjestelmät 2005, 2.)

Ulkovalaistusta tutkittaessa kiinnitetään huomiota valaistuksen riittoisuuden lisäksi valaisimien, valaisinpylväiden (kuva 8) ja pylväiden perustusten kuntoon ja asennustapaan. Jos tutkittavan kiinteistön piha-alueella on käytössä heittämiä tutkitaan niiden mahdollisesti aiheuttavat esto- ja kiusahäikäisyt. Seinään asennetuista ulkovaloista tarkastetaan kiinnitykset ja läpiviennit. Huonosti tehtyjen läpivientien kautta on saattanut päästä kosteutta seinärakenteisiin. Lisäksi on syytä tarkastaa ulkovalaisimien kosketussuojaus ja kotelointi. Ulkovalaisimet menettävät usein iän myötä tiiveytensä ja niiden sisään pääsee vettä ja epäpuhtauksia, jotka saattavat hajottaa valaisimen ja heikentää sen sähköturvallisuutta. (ST 97.50 Sähköjärjestelmien kuntotutkimus, valaistus ja valaistusjärjestelmät (2005), 3.)



KUVA 8. Valaisinpylväs pihatien varressa.

Valaistuksen riittävyyttä ja laatua voidaan arvioida erilaisten mittausten avulla. Valaistusvoimakkuutta (valon määrää) voidaan mitata luksimittarilla ja kontrastintoistoa sekä luminanssijakaamaa luminanssimittarilla. Valaisimien häikäisyä ja kiiltokuvastumista voidaan tutkia silmämääräisesti testilevyjen avulla. Lisäksi tarkastetaan lamppujen värin-toistoindeksi (Ra-indeksi) käytetyistä lamputa. Sisävalaistuksen valaistusvoimakkuuksille ja värin-toistoille eri tiloissa on esitetty vaatimuksia standardissa SFS-EN 12464-1. Ulkovalaistukselle vastaavia vaatimuksia on esitetty standardissa SFS-EN 12464-2.

3.1.6 Sähkölämmitysjärjestelmät (S26)

Sähkölämmitysjärjestelmiin luetaan muun muassa sähkölämmitteiset patterit (kuva 9) ja lattialämmitysjärjestelmät johdotuksineen ja ohjauslaitteineen, sulanapitojärjestelmät sekä erilliset sähkölämmityslaitteet, kuten lämminvesivaraajat, kiukaat ja pyyhekuivaimet ryhmäjohtoineen.



KUVA 9. Ensto Beta ME -sähköpatteri (Kuva: Ensto)

Kuntotutkimuksessa arvioidaan lämmitysjärjestelmän laitteiden ja kojeiden kunto, toimintaikä sekä energiankulutus. On myös suotavaa tutkia lämmitysjärjestelmien säätöjen toiminta. Esimerkiksi lämmittimien ja termostaattien osalta saadaan selvyys siitä, toimivatko säädöt oikein ja aseteltavat säätöarvot ovat paikkaansa pitäviä. Mahdolliset parannusehdotukset ja säästömahdollisuudet voidaan kirjata ylös ja toimittaa tilaajalle toimen-

pide-ehtotuksissa. Lisäksi testataan ja tarkistetaan esimerkiksi mahdollisten rännilämmitysten ja muiden sulanapitojärjestelmien alueelliset ohjaustoiminnot. Tarvittaessa voidaan testata lisäksi lämmitysjärjestelmien ylivirta- ja ylikuumenemissuojien toiminta.

Mittausten avulla voidaan selvittää lämmitysjärjestelmän laitteiden ottamat jännitteet, virrat ja tehot sekä mahdollisuuksien mukaan pintalämpötilat. Lämmityskaapelien ja lämmityskelmujen osalta voidaan lisäksi suorittaa eristysresistanssi- ja silmukkaresistanssimittaukset. On suositeltavaa testata myös vikavirtasuojakytkinten toiminta vähintään testipainikkeen avulla. Lisäksi tarkistetaan suojalaitteiden ja ylivirtasuojien oikea mitoitus ja asetusarvot. (Hakamäki, Lehtonen 2005, 57.)

3.1.7 Muut järjestelmät (S7)

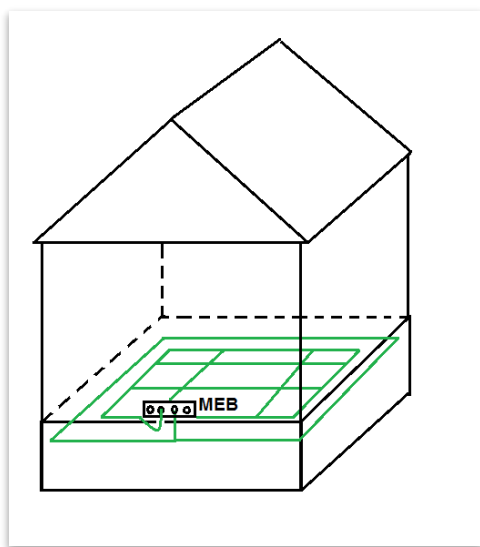
Muihin järjestelmiin luetaan ne sähköenergian jakelu- ja käyttöjärjestelmiin kuuluvat järjestelmät, joille ei löydy sopivaa kohtaa pääryhmistä S1 - S6. Tällaisiin järjestelmiin luetaan esimerkiksi kaikki ylijännitesuojaukseen tarkoitetut laitteet ja järjestelmät.

Ylijännitteitä syntyy yleensä salaman iskiessä rakennukseen tai sen läheisyyteen. Salamankuon osuessa rakennuksen sähköä johtavaan osaan, saattaa suojajohtimen kautta kulkeutua ylijännitteitä kiinteistön sähköverkkoon, hajottaen verkkoon kytkettyjä laitteita. Salamankuon osuessa rakennuksen läheisyyteen saattaa rakennuksen sähköverkossa ja laitteissa syntyä ylijännitteitä suoraan tai induktiivisesti tai kapasitiivisesti. Lähelle lyöneen salaman salamavirrat voivat kytkeytyä myös maan kautta kiinteistön maadoitusjärjestelmään ja aiheuttaa täten merkittäviä vahinkoja. Lisäksi kiinteistössä olevat laitteet, kuten muuntajat ja valaistusjärjestelmät voivat aiheuttaa niin sanottuja kytkentäjännitteitä, jotka syntyvät induktiivisten ja kapasitiivisten kuormien kytkennästä sekä oikosulkuvirtojen katkaisusta. (ST 97.25 Sähköjärjestelmien kuntotutkimus, ukkos- ja ylijännitesuojaus 2005, 2.)

Salamasuojausjärjestelmän muodostavat rakennukseen asennetut ukkosjohtimet ja ukkosjohdot sekä rakennuksen maadoitusjärjestelmä johtoineen, kiskoineen ja elektrodeineen. Kuntotutkimuksessa selvitetään rakennuksen alueella odotettavissa oleva ukkosmäärä sekä ylijännitelaitteiden sijainti päämaadoituskiskoon ja maadoituselektrodiin nähden. Tutkimuksen aikana on suotavaa karkeasti määrittellä kiinteistössä olevan laitteiston

ylijänniteluokitus sekä arvioida käytössä olevien ylijännitesuojalaitteiden kunto sekä toiminta- ja jänniterasituskyky. (ST 97.25 Sähköjärjestelmien kuntotutkimus, ukkos- ja ylijännitesuojaus 2005, 4.)

Maadoituselektrodi (kuva 10) on toimivan ylijännitesuojauksen peruselementti. Kuntotutkimuksessa selvitetään elektrodirakenne ja asennuspaikka. Kuntotutkijan on syytä selvittää, onko tutkittavan kiinteistön alueella elektrodin asentamisen jälkeen tehty kaivutai pinnoitustöitä, jotka ovat saattaneet vahingoittaa elektrodia. Tarvittaessa voidaan elektrodin ehjyys todeta mittaamalla sen resistanssi. (ST 97.25 Sähköjärjestelmien kuntotutkimus, ukkos- ja ylijännitesuojaus 2005, 8.)



KUVA 10. Perustuksiin asennettu maadoituselektrodi.

3.2 Tietotekniset järjestelmät (T)

Sähkötekniseen kuntotutkimukseen sisältyy usein myös kokonaisuudessaan tai järjestelmäkohtaisesti tietoteknisten järjestelmien kuntotutkimus. Tietotekniset järjestelmät voidaan S2010-sähkönimikkeistön mukaan jakaa seuraavanlaisiin alaryhmiin:

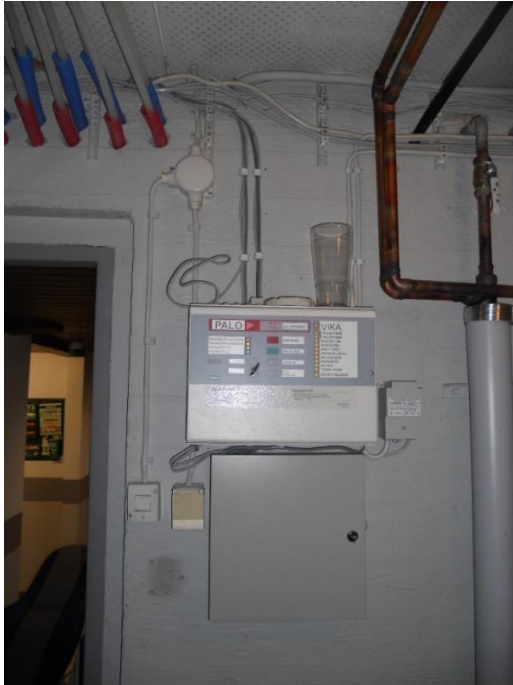
- Viestintä- ja tietoverkkojärjestelmät (T1)
- Tilakohtaiset kuva- ja äänijärjestelmät (T2)
- Merkinanto- ja kutsujärjestelmät (T3)
- Tiedotus- ja näyttöjärjestelmät (T4)
- Tilaturvallisuusjärjestelmät (T5)
- Paloturvallisuusjärjestelmät (T6)
- Viranomaisjärjestelmät (T7)

- Automaatio- ja mittausjärjestelmät (T8)

Tietoteknisiä järjestelmiä ovat esimerkiksi rakennusautomaatiojärjestelmä (kuva 11) ja paloilmoinjärjestelmä (kuva 12).



KUVA 11. Rakennusautomaatiojärjestelmän alakeskus.



KUVA 12. Paloilmoitinkeskus.

4 MITTAUKSET JA SÄHKÖTYÖTURVALLISUUS

4.1 Sähkötyöturvallisuus kuntotutkimuksessa

Merkittävimmän työturvallisuusriskin kuntotutkimuksen aikana muodostaa tuntematon sähkölaitteisto, jonka parissa työskennellään. Tutkittavassa kohteessa tehdyt asennukset saattavat poiketa totutusta ja etenkin kosketussuojauksen puuttuminen lisää työskentelyn aikaista riskiä. Sähkölaitteisto on usein outo tai tuntematon ja kohteeseen tutustuminen on monesti haastavaa puutteellisten tai puuttuvien dokumenttien takia. Vaaratilanteita voivat aiheuttaa myös merkitsemättä jääneet takajännitteet, kuten rinnakkaissyötöt ja vieraat ohjausjännitteet. Mitä vanhempien asennusten parissa toimitaan, sitä todennäköisempiä ovat yllätykselliset asennusten toteutustavat. Jotta vaaratilanteilta vältyttäisiin, vaaditaan kuntotutkimuksen tekijältä ammattitaitoa ja tuntemusta vanhoista asennustavoista. (Hakamäki, Lehtonen 2005, 95.)

Kuntotutkimuksen tekijälle lisävaaraa aiheuttaa se, että tutkittava laitteisto on usein käytössä ja jännitteitä ei voida katkaista, vaikka työvaiheet sitä turvallisuuden kannalta edellyttäisivätkin. Tarvittaessa työskentely tulee suorittaa jännitetyömenettelyjä noudattaen (Hakamäki, Lehtonen 2005, 95). SFS 6002:2005 kohta 3.4.4 määrittelee jännitetyöksi sellaisen työn, jossa työn tekijä tarkoituksellisesti joko koskettaa jännitteistä osaa tai ulottuu jännitetyöalueelle (katso liite 2) joko kehonsa osilla tai käsiteltävillä työkaluilla, varusteilla tai laitteilla.

Kuntotutkimuksen aikana joitain työvaiheita voidaan joutua tekemään jännitetyönä. Tällöin on noudatettava sähkötyöturvallisuusstandardin SFS 6002:2005 kohdan 6.3 mukaisia vaatimuksia. Jännitetöitä tehdessä

- on huolehdittava siitä, että työn tekijällä on vakaa työskentelypaikka, joka jättää molemmat kädet vapaiksi
- henkilökunnan pitää käyttää riittäviä ja sopivan kokoisia henkilönsuojaimia, eikä heillä saa olla metallisia esineitä kuten koruja, jos tästä voi aiheutua vaaraa
- pitää käyttää suojausmenetelmiä, joilla estetään sähköisku ja oikosulku. Kaikki eri potentiaalit (jännitteet) työalueen ympäristössä pitää ottaa huomioon.

(SFS 6002:2005, 24)

Sähkölaitteistolle tehtäviä mittauksia, testauksia ja tarkastuksia saavat tehdä pääasiassa sähköalan ammattihenkilöt. Sähköalan ammattihenkilöllä tarkoitetaan henkilöä, jolla on soveltuva koulutus ja kokemus, joiden perusteella hän kykenee arvioimaan riskit ja välttämään sähkön mahdollisesti aiheuttamat vaarat (SFS 6002:2005, 9). Mittauksia ja testauksia saavat tehdä myös opastetut henkilöt ja maallikot ammattihenkilön ohjaamana ja valvomana. Opastettu henkilö on yleensä sähköalalle koulututtava henkilö tai maallikko, jonka sähköalan ammattihenkilö on opastanut kyseiseen työhön. Tarkastuksia tekevällä ammattihenkilöllä tulee olla kokemusta vastaavien tarkastusten tekemisestä. (SFS 6002:2005, 17)

Mittauksia, testauksia ja tarkastuksia tehtäessä tulee käyttää tarkoituksenmukaisia työvälineitä ja suojarusteita. Käytössä olevien käsityökalujen suositellaan täyttävän standardinmukaisten jännitetyökalujen vaatimukset, eli suositellaan käytettäväksi eristettyjä ruuvitaltoja ja pihtejä (kuva 13). Mittalaitteiden tulee olla työhön sopivia ja turvallisia. Mittalaitteet tulee tarkastaa ennen käyttöä ja tarvittaessa käytön jälkeen. Mahdollisia jännitetöissä ja muissa sähkötöissä käytettäviä suojarusteita ovat esimerkiksi eristävät saappaat, käsineet (kuva 14) ja suojakengät sekä silmien, kasvojen ja pään suojaimet. Jänniteisiltä osilta suojautumiseen voidaan käyttää lisäksi erilaisia eristäviä mattoja ja muita eristeaineisia suojaimia. Tarvittaessa työkohte voidaan työmaadoittaa asianmukaisilla työmaadoitusvälineillä.



KUVA 13. WERA Kraftform Plus VDE -sarjan ruuvitaltat jännitetöihin (Kuva: WERA)



KUVA 14. Electrosoft Composite -jännitetyökäsineet (Kuva: Suojalaite Oy)

Pienjännitteellä tehtävä mittaus on jännitteeseen osaa kohdistuva toimenpide. Toimenpiteen voi tehdä sähköalan ammattihenkilö tai opastettu henkilö, jolla on sähköalan koulutusta ja työkokemusta. Henkilö voi suorittaa työn yksin ilman erityisiä lupia, kun sallitut työt on ohjeistettu ja määritelty. Jännitetyön tekijän tulee käyttää kyseiselle jännitteelle tarkoitettuja jännitteenkoettimia ja mittapäitä. Tarvittaessa tulee mittaustyön aikana käyttää eristysaineista suojusta tai jännitetyökäsineitä. (SFS 6002:2005, 50)

4.2 Sähköenergian jakelu- ja käyttöjärjestelmien mittaukset

Kattavan ja laadukkaan kuntotutkimuksen edellytyksenä on erilaisten mittausten suorittaminen. Mittauksia ei kuitenkaan tehdä kattavasti ja systemaattisesti, vaan enneminkin pistokoeluoontoisesti entuudestaan tiedossa olevien tai tutkimuksen aikana havaittujen ongelmien pohjalta. Tällaisia ongelmia voivat olla esimerkiksi sulakkeen palaminen, vikavirtasuojan laukeaminen tai jonkin laitteen lämpeneminen. Mittausten tarve ja niiden vaatima aika on syytä arvioida jo kuntotutkimuksen sopimusvaiheessa. (Hakamäki, Lehtonen 2005, 102.)

4.2.1 Virta, jännite ja sähköteho

Kuntotutkimuksessa on hyvä suorittaa virran ja jännitteen mittaukset tutkimukseen kuuluvilla sähkökeskuksilla. Virtoja mittaamalla pystytään helposti toteamaan kuormitusten jakautuminen eri vaiheiden välillä. Lisäksi saadaan paikannettua suuren kuormituksen

alla olevat ryhmät. Jännitteet mittaamalla pystytään tarkistamaan, että jännitteet pääkeskuksella ovat kunnossa ja että jännitteenalenemat pää- ja jakokeskusten välillä ovat määrättyissä rajoissa.

Virtojen ja jännitteiden mittaaminen voidaan suorittaa helpoiten yleis- ja pihtimittareiden (kuva 15 ja 16) avulla. Mittareiden tulisi olla True RMS -tyyppisiä, jotta saadaan mitattua vaihtojännitteen todellista tehollisarvoa riippumatta jännitesignaalin aaltomuodosta. Nykyään lähes kaikki mittarit ovat TRMS-tyyppisiä tai ainakin True RMS -mittaukseen kykeneviä. Virtojen hetkellinen mittaaminen voi jossain tapauksissa olla hieman hankalaa, mikäli kuntotutkimuksen kohteena olevasta kiinteistöstä löytyy paljon taajuusmuuttajia, tietokoneita tai muita laitteita, jotka käyttävät hakkuriteholähteitä tai tasasuuntausta. Verkkovirran tasasuuntaus aiheuttaa verkosta saatuun virran puhtaaseen siniaaltoon säröytyimiä. (Hakamäki, Lehtonen 2005, 102.)



KUVA 15. Finest 707 True RMS -yleismittari



KUVA 16. Virtojen mittausta pihtimittarin avulla

Kuntotutkimuksessa yhtenä tärkeimmistä mittauksista voidaan pitää sähkötehon mitausta. Mitattavista kohteista mitataan jokaisessa vaiheessa vaikuttava pätöteho, loisteho, näennäisteho sekä tehokerroin. Sähkötehoja mittaamalla saadaan luotua kuva kiinteistön sähkönkulutuksesta sekä pystytään tarkemmin määrittelemään kuormitusten tasaisuus eri vaiheiden välillä. Tehonmittauksessa saatuja mittaustietoja voidaan hyödyntää esimerkiksi kiinteistön lisääntyvän tehontarpeen sekä liittymis- ja nousujohtojen kuormitettavuuden tarkastelussa. Lisäksi pystytään toteamaan loistehon määrä kiinteistössä ja voidaan määritellä mahdollisen kompensoinnin tarve. Jos kuntotutkimuksen kohteena olevassa kiinteistössä on jo käytössä kompensointilaitteistoja, voidaan loistehonmittauksella todeta kompensoinnin toimivuus.

Kuntotutkimuksessa tehojen hetkellisarvojen mittaaminen on useissa tapauksissa riittävää. Jos mitataan ainoastaan hetkellisarvoja, tulee mittausajankohta kuitenkin valita huolellisesti, jotta saatuja tuloksia voidaan pitää riittävän luotettavina. Haluttaessa tarkempia ja laajempia tietoja kiinteistön tehonkulutuksesta on syytä käyttää rekisteröivää mittalaitetta (kuva 17). Rekisteröivä mittalaite voidaan jättää mittaamaan tehoja useammaksi päiväksi. Uudemmat mittalaitteet tallentavat saadut mittausarvot muistikortille, josta tulokset saadaan siirrettyä tietokoneelle tarkempia analyyseja varten. (Hakamäki, Lehtonen 2005, 102–103.)



KUVA 17. Fluke 43B -sähkönlaadun analysaattori (Kuva: Fluke)

4.2.2 Eristysresistanssi

Eristysresistanssimittauksella varmistetaan, että jännitteiset osat ovat riittävästi eristettyjä maasta. Eristysresistanssimittaus tehdään aina jännitteettömänä. Kuntotutkimus tehdään yleensä käytössä olevaan kiinteistöön, jolloin kiinteistössä olevat sähkölaitteistot ovat toiminnassa ja käyttökatkoksen tekeminen mittauksen ajaksi on hankalaa. Tästä syystä eristysresistanssimittaukselle pitää olla perusteltu syy.

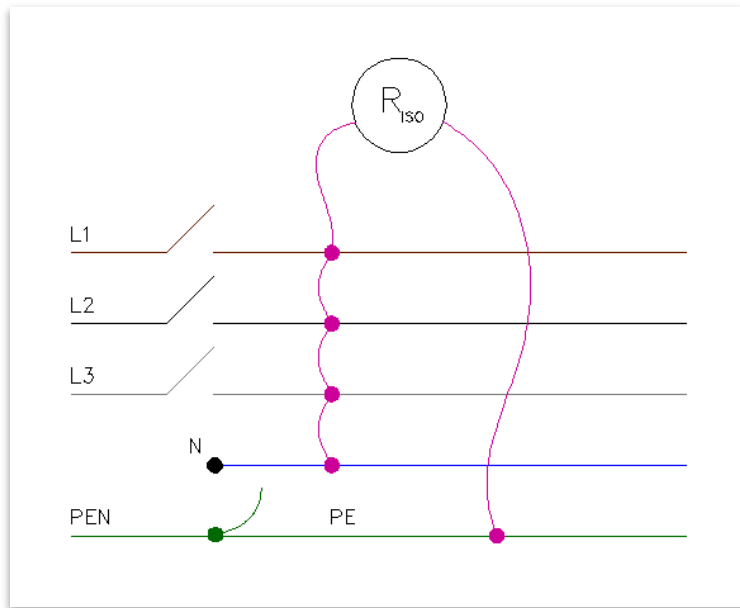
Eristysresistanssimittaus tehdään asennustesterillä tai erillisellä eristysresistanssimittarilla. Mittaus tehdään taulukon 1 mukaisilla koejännitteillä. Eristysresistanssimittauksen ajaksi tulee sellaiset pistotulppaliitännäiset kulutuskojeet irrottaa verkosta, joiden kohdalla epäillään mittausjännitteiden aiheuttavan vaurioita. Laitteita voidaan joutua irrottamaan verkosta myös, jos niiden kiinni ollessa ei saada hyväksyttävää eristysresistanssiarvoa (taulukko 1). Eristysresistanssimittaus voidaan tehdä pääkeskuksella, jolloin se käytännössä kattaa koko kiinteistön sähköasennukset. Jos on tarvetta tarkastella eristysresistansseja tarkemmin tai tutkimus kohdistuu vain pienempään kiinteistön osaan, voidaan mittaus suorittaa keskus- tai ryhmäkohtaisesti. (Hakamäki, Lehtonen 2005, 104–105; D1-2012 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista 2012, 340.)

TAULUKKO 1. Eristysresistanssin pienimmät sallitut arvot

Virtapiirin nimellisjännite, V	Koejännite, VDC	Eristysresistanssi, MΩ
SELV ja PELV	250	≥ 0,5
Enintään 500 V, yllä olevaa kohtaa lukuun ottamatta	500	≥ 1,0
Yli 500 V	1000	≥ 1,0

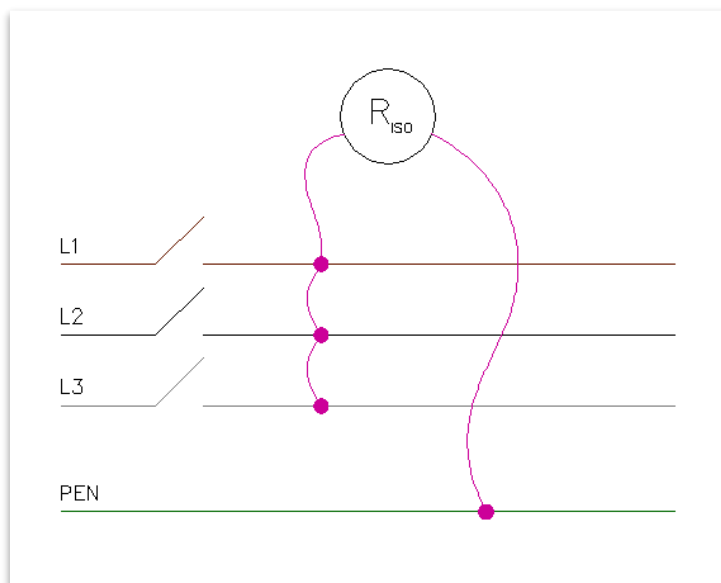
(SFS-KÄSIKIRJA 600-1 2012, 355.)

Mitattaessa eristysresistanssia TN-S-järjestelmässä tulee mitattavalta keskukselta irrottaa N-PE-yhdistys sekä varmistaa, että nousujen kytkimet ovat kiinni ja varokkeet ovat paikallaan. TN-S-järjestelmän eristysresistanssimittauksessa vaihejohtimet ja nollajohdin yhdistetään ja mittaus suoritetaan niiden ja maan välillä (kuva 18).



KUVA 18. Eristysresistanssin mittaus TN-S-järjestelmässä

Etenkin vanhoissa kiinteistöissä on usein käytössä TN-C-järjestelmä. TN-C-järjestelmän eristysresistanssin mittaaminen on usein hyvin työlästä, sillä PEN-johdin pidetään osana maata ja mittaus tehdään yhteen kytkettyjen vaihejohtimien ja maan välillä (kuva 19). Mittauksen ajaksi kaikki kulutuspiisteet on kytkettävä käyttöasentoon. Lisäksi on poistettava kaikki lamput, loisteputket, sytyttimet, painikkeiden hohtolamput ja muut vastaavat, jotta PEN- ja vaihejohtimien välillä ei olisi kuorman kautta yhteyttä maahan. (Hakamäki, Lehtonen 2005, 104.)

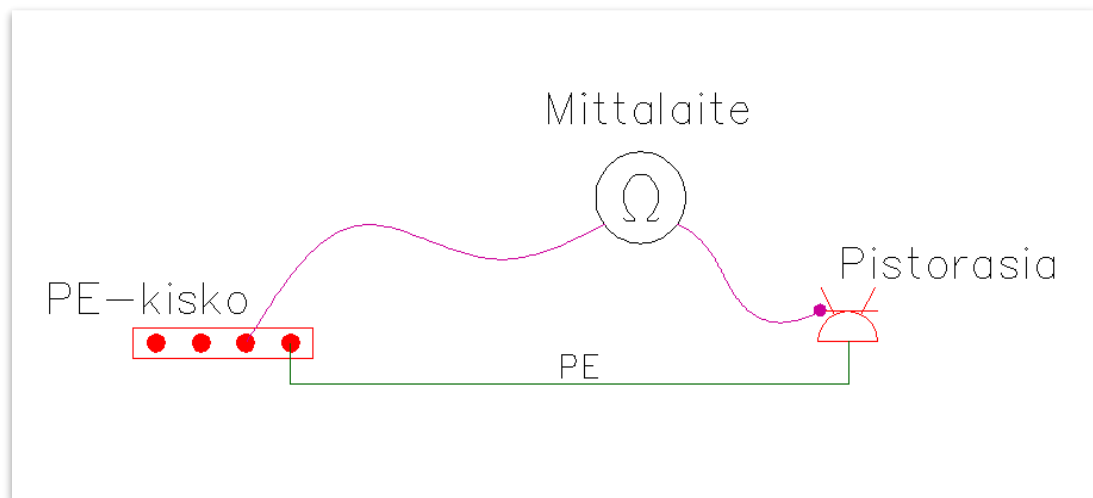


KUVA 19. Eristysresistanssin mittaus TN-C-järjestelmässä

4.2.3 Suojajohtimen jatkuvuus

Suojajohtimen jatkuvuuden testauksen avulla todetaan, että vikasuojauksen edellyttämät suojajohdinpiirit ovat koko matkaltaan jatkuvia. Suojajohtimiksi luetaan maadoitusjohtimet, suojamaadoitusjohtimet, PEN-johtimet ja potentiaalintasausjohtimet. (D1-2012 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista 2012, 338)

Suojajohtimen jatkuvuuden testaus tehdään jännitteettömälle laitteistolle. Suojajohtimen jatkuvuus tulee varmistaa laitekohtaisesti, eli esimerkiksi ketjutetussa pistorasiaryhmässä tulee suojajohtimen jatkuvuus varmistaa jokaisesta pistorasiasta. Kuvassa 20 on esitetty suojajohtimen jatkuvuuden mittauskytkentä. Mitattaessa suojajohtimen jatkuvuutta TN-S-järjestelmässä tulee nolla- ja suojamaadoitusjohtimen yhdistys irrottaa mittauksen ajaksi. Irrottamalla yhdistys pystytään mittauksen aikana varmistumaan siitä, että N- ja PE-johtimet eivät ole missään vaiheessa vaihtaneet paikkaa keskenään. (D1-2012 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista 2012, 338)



KUVA 20. Pistorasian suojajohtimen jatkuvuuden mittaus

Hyväksyttävälle mittaustulokselle ei ole tarkkaan määriteltyä arvoa, vaan mittauksessa saatua arvoa verrataan mitattavan johtimen poikkipinnan ja piteuden perusteella arvioituun arvoon. Mittauksessa käytettävän jännitteen tulisi olla 4–24 V tasa- tai vaihtojännitettä ja mittausvirran tulisi olla vähintään 200 mA. Yleisesti saadut mittausravot vaihtelevat 0–2 ohmin välillä. Lyhyillä johdinpituuksilla voidaan kuitenkin yli 1 ohmin mittaustulosta pitää liian suurena. (D1-2012 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista 2012, 338)

4.2.4 Syötön automaattinen poiskytkentä

Syötön automaattisen poiskytkennän testauksella tarkoitetaan käytännössä pienimmän oikosulkuvirran mittaamista vaiheen ja suojajohtimen välisessä vikatilanteessa. Vikasuojaukselle asetetut vaatimukset täyttyvät, kun vian aiheuttama vaarallinen kosketusjännite kytkeytyy automaattisesti pois vaaditussa ajassa tai kun kosketusjännite rajoitetaan vaarattomaan arvoon. Standardin SFS 6000:2012 mukaiset sallitut poiskytkentäajat pistorasiaryhmille ovat 0,4 sekuntia ja pääjohtoja sekä kiinteitä laitteita syöttäville ryhmäjohtoilta 5,0 sekuntia. (D1-2012 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista 2012, 344; Hakamäki, Lehtonen 2005, 106.)

Syötön automaattisen poiskytkennän testaus suoritetaan yleisesti sähköasennustesterin avulla (kuva 21). Uudet sähköasennustesterit ilmoittavat samalla mittauskerralla sekä oikosulkuvirran, että vikavirtapiirin impedanssin arvon. Mittauksessa saatua oikosulkuvirran arvoa verrataan liitteessä 3 esitettyihin johdonsuojakatkaisijoilta ja gG-tyyppin sulakkeilta vaadittuihin virta-arvoihin tai laitevalmistajan ilmoittamiin arvoihin. Oikosulkuvirtamittauksessa saatujen arvojen tulee olla 25 % suurempia kuin mitä suojalaitteiden nimelliset toimintavirrat ovat, sillä oikosulkutilanteessa johtimien lämpeneminen aiheuttaa vikavirtapiirin impedanssin kasvamisen. (D1-2012 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista 2012, 345)



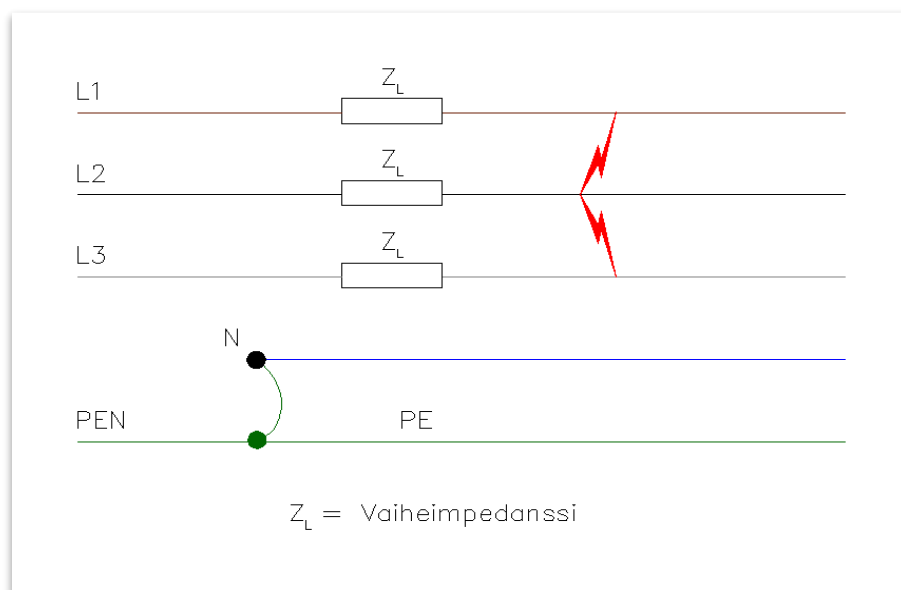
KUVA 21. Syötön automaattisen poiskytkennän testaus pistorasiaryhmästä

4.2.5 Suurimman oikosulkuvirran määrittäminen

Kun halutaan todeta keskuksien ja niissä olevien komponenttien oikosulkukestoisuuden riittävyys, tulee määrittää tutkittavan kohteen suurin mahdollinen oikosulkuvirta. Kunto- tutkimus tehdään yleensä vanhempiin kiinteistöihin ja jakeluverkko on saattanut ajan kuluessa vahvistua. Jakeluverkon vahvistumisen myötä oikosulkuvirrat ovat saattaneet kasvaa moninkertaisiksi, jonka vuoksi pienemmille oikosulkuvirroille mitoitettut kojeet ja laitteet eivät enää ole oikosulkukestoisuudeltaan riittäviä. Jos suurimmat oikosulkuvirrat ylittävät selvästi laitteiden tai kojeiden oikosulkukestoisuuden, voidaan esimerkiksi suositella komponenttien vaihtoa tai virranrajoituslaitteiden hankintaa. (Hakamäki, Lehtonen 2005, 108.)

Yleensä suurin mahdollinen oikosulkuvirta on yhtä suuri kuin symmetrinen kolmen vaiheen välinen oikosulkuvirta (kuva 22). Suurin kolmen vaiheen välinen oikosulkuvirta voidaan laskea yhtälön 1 avulla. Laskua varten tulee olla tiedossa jakelumuuntajan ja vaihejohtimien impedanssit. (CLC/TR 50480:2011, 23.)

Ennen muuntajaa olevan sähköjakeluverkon impedanssi on yleensä niin pieni, ettei sitä tarvitse ottaa huomioon. Impedanssit voidaan laskea tai, jos mahdollista, mitata. Kuvassa 23 on esitetty esimerkki laskelmissa käytettävistä impedansseista. Oikosulkuvirtojen laskemista on käsitelty tarkemmin CENELECin julkaisemassa teknisessä raportissa TR 50480:2011.



KUVA 22. Kolmenvaiheen välinen oikosulku

$$I_{k3 \max} = \frac{c_{\max} \cdot U_0}{Z} = \frac{c_{\max} \cdot U_0}{\sqrt{(k_M + R_{SUP} + R_U + R_{0ph})^2 + (k_M + X_{SUP} + X_U + X_{ph})^2}} \quad (1)$$

missä $U_0 = \frac{U_n}{\sqrt{3}}$

$c_{\max} = 1,1$ (jännitekerroin)

$U_0 =$ Vaiheen ja nollan välinen nimellijännite, [V]

$U_n =$ Kahden vaiheen välinen nimellijännite, [V]

$Z =$ Vikavirtapiirin impedanssi

$k_M =$ Moottorien vaikutuskerroin (CLC/TR 50480, Taulukko 8)

$R_{SUP} =$ Pienjännitepääkeskuksen tehonsyötön puoleisten osien resistanssi, [mΩ]

$R_U =$ Vaiheresistanssi tarkastelukohdasta tehonsyötön puolella pääkeskukselle asti, [mΩ]

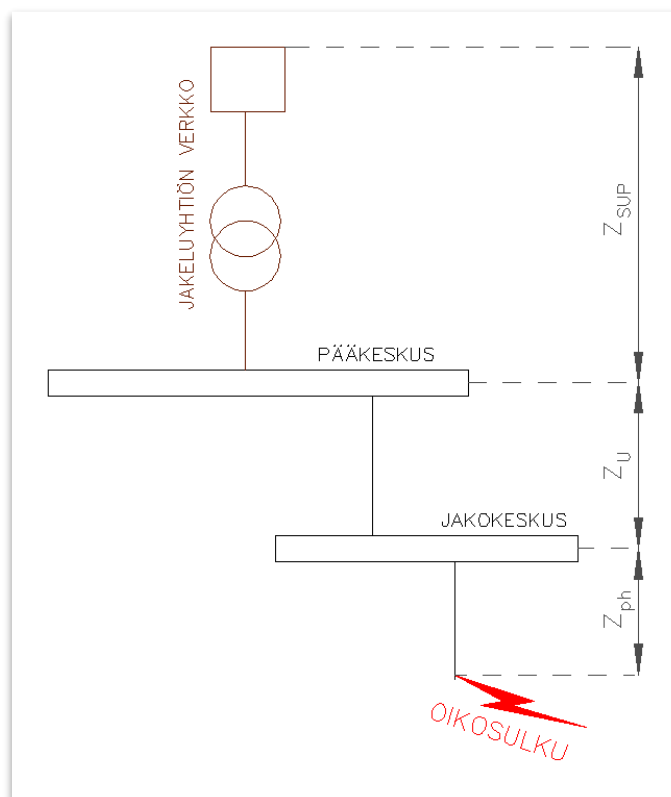
$R_{0ph} =$ Tehonsyötön kaapeli- tai jakelukisko-osuuksien resistanssi, [mΩ]

$X_{SUP} =$ Pienjännitepääkeskuksen tehonsyötön puoleisten osien reaktanssi, [mΩ]

$X_U =$ Vaihereaktanssi tarkastelukohdasta tehonsyötön puolella pääkeskukselle asti, [mΩ]

$X_{ph} =$ Tehonsyötön kaapeli- tai jakelukisko-osuuksien reaktanssi, [mΩ]

(CLC/TR 50480:2011, 23.)



KUVA 23. Oikosulutilanne kiinteistössä

4.2.6 Vikavirtasuojan toiminnan testaus

Kuntotutkimuksessa on syytä varmistaa kaikkien vikavirtasuojien toiminta vähintään vikavirtasuojan testipainikkeen avulla. On kuitenkin suositeltavaa mitata myös vikavirtasuojien todelliset toimintavirrat nousevalla vikavirralla tai mitattavan vikavirtasuojan nimellisvirran suuruisella testivirralla. Mittaus suoritetaan useimmiten sähköasennustesterillä (kuva 24). (Hakamäki, Lehtonen 2005, 109; D1-2012 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista 2012, 345.)



KUVA 24. Vikavirtasuojan toimintavirran mittaus (Kuva: Mika Koskinen 2014)

Vikavirtasuoja testataan yleensä asennustesterillä, sinimuotoisella vaihtovirralla. Tällöin vikavirtasuojan toimintavirta ei saa ylittää sen nimellistä toimintavirtaa. Jos testivirtana käytetään pulssimaista tasavirtaa, testauksella saatu toimintavirta voi olla liitteen 4 taulukon 2 mukaisesti suurempi kuin vikavirtasuojan nimellistoimintavirta. Lisäksi on suositeltavaa mitata vikavirtojen toiminta-ajat. Vikavirtasuojien standardien mukaisia laukaisuaikoja on esitetty liitteen 4 taulukossa 1. (D1-2012 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista 2012, 345–346.)

4.2.7 Maadoituselektrodin resistanssin mittaaminen

TN-järjestelmässä ei liittymän maadoituselektrodin resistanssia tarvitse yleensä mitata. Jos resistanssille kuitenkin on määritelty suurin sallittu arvo, tulee mittaus suorittaa. Jos maadoituselektrodia käytetään ylijännitesuojakseen, suositellaan sen maadoitusimpedanssin olevan alla 20 ohmia. Maadoituselektrodin eheys tulee kuitenkin aina tarkistaa vähintään aistinvaraisesti. Elektrodin kunto tulee tarkistaa etenkin silloin, jos on syytä

epäillä, että elektrodi on jostain syystä, esimerkiksi maanrakennustöiden takia, saattanut vaurioitua. (Hakamäki & Lehtonen 2005, 110; ST 97.25 Sähköjärjestelmien kuntotutkimus, ukkos- ja ylijännitesuojaus 2005, 3.)

Maadoituselektrodin resistanssin mittaus voidaan tehdä, jos on tarpeen selvittää sen asennustapa tai varmistua sen olemassaolosta. Jos kiinteistön alueella käytetään yhteistä maadoitusta pien- ja suurjännitepuolella on suositeltavaa mitata maadoitusresistanssi. Maadoituselektrodin resistanssi voidaan mitata esimerkiksi käännepestemenetelmän avulla. Mittaukseen käytetään erillistä maadoitusvastusmittaria (kuva 25). (ST 97.25 Sähköjärjestelmien kuntotutkimus, ukkos- ja ylijännitesuojaus 2005, 4.)



KUVA 25. Fluke 1652-2 GEO -maadoitusvastustesteri (Kuva: Fluke)

4.2.8 Valaistusvoimakkuus

Valaistusvoimakkuusmittaus tehdään, kun halutaan varmistaa, että tutkittavan tilan valaistus täyttää sille asetetut vaatimukset voimakkuuden ja tasaisuuden suhteen. Valaistusvoimakkuutta mitataan luksimittarin avulla (kuva 26).



KUVA 26. CEM DT-1301 -luksimittari

Valaistusvoimakkuuden mittaus suoritetaan yleensä työtasolta. Mittaus tulee suorittaa useasta pisteestä, jotta pystytään kartoittamaan valaistuksen tasaisuus mittauksen kohteena olevassa tilassa. Ennen mittauksen aloittamista on syytä antaa valaistuksen olla toiminnassa riittävän kauan, jotta lamput ja liitäntälaitteet ehtivät lämmetä. Luksimittarin valokennon tulee antaa olla valossa niin kauan, että mittarin lukemassa ei tapahdu enää merkittäviä muutoksia. Lisäksi on syytä huomioida luonnonvalon vaikutus mittaukseen. Luonnonvalon vaikutus mittaukseen kannattaa ottaa harkintaan jo mittausajankohtaa mietittäessä. (Hakamäki & Lehtonen 2005, 110–111.)

4.2.9 Lämpötilan mittaukset

Lämpötilan mittauksen avulla voidaan selvittää kojeiden, laitteiden ja järjestelmien toimintalämpötiloja. Infrapunalämpömittari (kuva 27) on nopea ja turvallinen tapa selvittää laitteiden hetkellisiä pintalämpötiloja. Jos halutaan tarkastella mittauskohteen lämpötiloja pitemmällä ajanjaksolla, voidaan käyttää mittaustietoja tallentavaa mittalaitetta. Yhdistämällä sähkönsuureiden ja pitemmän aikavälin lämpötilan mittauksen, voidaan tarkastella lämpötilan muutoksen vaikutusta tehoon ja virtaan. (Hakamäki & Lehtonen 2005, 111.)



KUVA 27. Fluke 62 MAX+ -infrapunalämpömittari (Kuva: Fluke)

Toinen hyvä lämmönmittausmenetelmä on lämpökamerakuvaus. Lämpökamerakuvausten avulla voidaan helposti tutkia esimerkiksi liittimien, liitoksien, kaapeleiden ja varokkeiden lämpötiloja ja lämpenemistä (kuva 28). Lämpökuvasta käytetään usein myös keskusten ja liitosten ylikuormitusten selvittämiseen. Tämä auttaa ehkäisemään mahdollisia laitevahinkoja. (Hakamäki & Lehtonen 2005, 111.)



KUVA 28. Kahvasulakkeiden lämpökamerakuvausta

Lämpökuvauksessa mitataan lämpökameran avulla tutkittavan kohteen pintalämpötiloja. Mitattavan kohteen kuva näkyy lämpökameran näytöllä valitun väriteeman mukaisesti. Eri värit edustavat eri lämpötiloja. Lämpökameran lämpötilaskaalaus on joko automaattinen tai se voidaan asettaa käsin. Skaalaus vaikuttaa siihen, mikä väri edustaa mitäkin lämpötilaa.

Lisäksi lämpökameralla kuvatessa tulee valita oikea emissiivisyyskerroin. Emissiivisyyskerroin valitaan lämpökuvattavan kohteen materiaalin perusteella. Emissiivisyydellä tarkoitetaan kappaleen lähettämän säteilyn määrää verrattuna täysin mustan kappaleen säteilyyn. Materiaalin emissiivisyydellä on suuri vaikutus saatuun mittaustulokseen, sillä esimerkiksi posliinin emissiivisyys on 0,92 ja kiillotetun kuparin emissiivisyys on ainoastaan 0,1:n luokkaa. Kalliimmissa lämpökameroissa voidaan emissiivisyyskerroin valita asetusvalikosta materiaalin perusteella, mutta monien kameroiden kohdalla joudutaan tutkittavan materiaalin emissiivisyys tarkastamaan emissiivisyystaulukosta. Taulukkoon 2 on kerätty sähköasennuksissa usein esiintyvien materiaalien emissiivisyyksiä.

TAULUKKO 2. Materiaalien emissiivisyyksiä (ThermoWorks, Emissivity Table)

Materiaali, erittely	Emissiivisyys
Alumiini, anodisoitu	0,77
Alumiini, kiillotettu	0,05
Kumi	0,95
Kupari, kiillotettu	0,05
Kupari, hapettunut	0,65
Muovi, musta	0,95
Muovi, valkoinen	0,84
Posliini, lasitettu	0,92
Teippi, sähkö	0,97
Teräs, galvanoitu	0,28
Teräs, ruostumaton	0,59

5 ESIMERKKIKOHTTEEN KUNTOTUTKIMUS

5.1 Yleistä

Sähköenergian jakelu- ja käyttöjärjestelmien kuntotutkimuksessa tehtävien tarkastusten ja mittausten havainnollistamiseksi tehtiin esimerkkikohteeseen pienimuotoinen kuntotutkimus. Kuntotutkimuksen tarkoituksena ei ollut tuottaa kiinteistön omistajalle laajaa kuntotutkimusraporttia kattavine jatkotoimenpide-ehdotuksineen ja kustannusarvioineen, vaan luoda kuva kuntotutkimuksen kenttätöön kulusta. Kuntotutkimuksen sivutuotteena kuitenkin muodostui käsitys kiinteistön sähköenergian jakelu- ja käyttöjärjestelmien toimintakunnosta ja niiden parannusmahdollisuuksista.

5.1.1 Kohteen historia ja perustiedot

Kuntotutkimuksen kohteena toimi vuonna 1970 valmistunut kiinteistö Rauman sataman läheisyydessä (kuva 29). Kiinteistön on rakennuttanut Oy Grundström & Heinrichs Ab, myöhemmin Oy Rauma Stevedoring Ab, nykyään Euroports Rauma Oy. Kiinteistö toimi alun perin yrityksen toimistorakennuksena. 1990-luvulla Oy Rauma Stevedoring Ab siirtyi muihin toimitiloihin ja kiinteistö laitettiin vuokralle. Kiinteistön päävuokralaisena on jo useita vuosia toiminut Comprog Electronics Oy, joka on elektroniikan suunnitteluun ja valmistukseen erikoistunut yritys. Vuonna 2008 Rauma Stevedoring myi kiinteistön Hyppölän suvulle, jonka omistuksessa kiinteistö edelleen on.



KUVA 29. Kiinteistö ulkopuolelta

Kiinteistön huoneala on noin 1 200 neliometriä, joka jakautuu kahden kerroksen välille. Ensimmäinen kerros on huonealaltaan suurempi ja se toimii kokonaisuudessaan Comprog Electronics Oy:n toimitiloina. Kerroksesta löytyy toimisto ja tuotantotiloja (kuva 30) sekä sosiaali- ja taukotilat henkilökunnalle. Pohjakerroksesta suuri osa muodostuu autotallista ja teknisistä tiloista. Lisäksi pohjakerros toimii varastokäytössä.



KUVA 30. Ensimmäisen kerroksen tuotantotilat

Kiinteistölle on tehty vuosien saatossa useita pieniä korjausrakentamistoimenpiteitä. Pääasiassa saneeraukset ovat koostuneet sähkötekniisten järjestelmien päivittämisestä sekä niiden laajentamisesta. Suurin sähkösaneeraus kiinteistölle on tehty 1980-luvun lopussa, jolloin kiinteistön sen aikaista atk-järjestelmää laajennettiin. Lisäksi kiinteistöön lisättiin uusia johtoteitä, neljä uutta ryhmäkeskusta sekä poistumisvalaistusjärjestelmä. Kiinteistön sähköliittymän koko oli tällöin 3 x 200 ampeeria.

1990-luvulla kiinteistön sähkötekniisiin järjestelmiin ei tehty suurempia muutoksia. Vuonna 2005, kun kiinteistön tilojen käyttötarkoitus muuttui puhtaasta toimistokäytöstä elektroniikan tuotantotiloiksi, sähkötekniisiin järjestelmiin jouduttiin tekemään lisäyksiä. Maadoitusjärjestelmää laajennettiin ja kiinteistöön lisättiin kaksi uutta ryhmäkeskusta. Lisäksi tuotantolinjaston laitteita varten vedettiin uusia voimapistoriaryhmiä. Sähköliittymän koko pienennettiin 3 x 200 ampeerista 3 x 160 ampeeriin. 2010-luvun alussa kiinteistön ensimmäiseen kerrokseen rakennettiin uudet sosiaali- ja taukotilat. Lisäksi sähköliittymän kokoa pienennettiin entisestään, 3 x 100 ampeeriin.

5.1.2 Kuntotutkimuksen yleis- ja lähtötiedot

Kuntotutkimus kohdistui kiinteistön ensimmäisen kerroksen ja pohjakerroksen teknisten tilojen sähköenergian jakelu- ja käyttöjärjestelmiin. Lisäksi kuntotutkimukseen otettiin mukaan ulkovalaistus sekä ulos asennetut sähköliitännäsjärjestelmät.

Kuntotutkimuksen suoritti tämän opinnäytetyön laatija, Joonas Hyppölä. Kuntotutkimus suoritettiin Sähkö-Rauma Oy:n valvonnassa. Kuntotutkimusmittauksissa käytetyt mittalaitteet saatiin Sähkö-Rauma Oy:n puolesta. Kuntotutkimuksen laatijalla oli jo ennestään pääsy kaikkiin kiinteistön tiloihin. Lisäksi kiinteistön historia sekä teknisten tilojen ja asiakirjojen sijainti olivat entuudestaan tutkimuksen laatijan tiedossa, minkä syystä ei nähty tarpeelliseksi pitää sen suurempaa aloituspalaveria kuntotutkimukseen liittyen. Kuntotutkimuksen osalta ei nähty tarpeelliseksi tehdä kirjallista kuntotutkimusopimusta.

Kiinteistön sähkötekniisten asiakirjojen paikantamisesta ja selvittämisestä vastasi tämän kuntotutkimuksen osalta tutkimuksen laatija. Kiinteistön sähkötekniisistä asiakirjoista oli saatavilla versioita useilta vuosikymmeniltä, 70-luvulta aina 2000-luvulle saakka. Kiinteistöistä oli saatavilla seuraavat sähkötekniiset asiakirjat:

Loppupiirustukset vuodelta 1970

- Rauman kaupungin sähkölaitoksen lopputarkastuslausunto
- Asemapiirustus
- Nousujohtokaavio
- Pää- ja ryhmäkeskuskäviöt (PK, RK01, RK02)
- Ilmastoinnin ohjauskaavio
- Pohjakerroksen tasopiirustus
- 1. kerroksen tasopiirustus
- Puhelinputkituskaavio
- Pikapuhelinputkitus- ja -johdotuskaavio
- Merkinantolaitteiden järjestelmäkaavio
- Antennijärjestelmäkaavio
- Moottoriluettelo
- Valaisinluettelo
- Pistetaulukko

Loppupiirustukset sähkösaneerauksesta vuodelta 1986

- Sähkötyöselitys
- Asemapiirustus v.1970 (Muutos)
- Pohjakerroksen tasopiirustus v.1970 (Muutos)
- 1. kerroksen tasopiirustus v.1970 (Muutos)
- ATK-huone, ATK-laitekuva
- Nousujohtokaavio
- Maadoituskaavio
- Keskuskaaviot lisätyistä keskuksista (RK03, RK04-ATK, RK05, RK06)
- ATK-pistorasiakeskuskuva (Heikkovirtapistorasiat)
- Puhelinjärjestelmän putkituskaavio
- Antennijärjestelmän johdotuskaavio
- Pikapuhelinjärjestelmän johdotuskaavio
- Merkinantojärjestelmän johdotuskaavio
- Turvavalaistusjärjestelmän johdotuskaavio
- ATK-järjestelmän johdotuskaavio
- Valaisinluettelo
- ATK-huone, asennustilaohjepiirustus
- Kiinteistön leikkauskuva

Loppupiirustukset sähkösaneerauksesta vuodelta 2005

- Pohjakerroksen tasopiirustus
- 1. kerroksen tasopiirustus
- Nousujohtokaavio
- Ryhmäkeskuskaaviot (RK07, RK12)
- Valaisinluettelo
- Maadoituskaavio v.1986 (Muutos)
- Keskuskaaviot (RK03, RK04, RK05, RK06) v. 1986 (Muutos)

Lisäksi saatavilla oli huoltokirja, johon oli koottu kiinteistöstä löytyvien laitteistojen ja järjestelmien ohjekirjoja.

Kiinteistölle on tehty vuonna 1971 loppukatselmus (käyttöönottotarkastus) Rauman kaupungin sähkölaitoksen toimesta. Muista kiinteistölle tehdyistä käyttöönottotarkastuksista

ei löytynyt pöytäkirjoja tai muita mainintoja. Kiinteistölle ei ole laadittu huolto- ja kunnossapitosuunnitelmaa. Kiinteistölle ei ole tehty kauppa- ja teollisuusministeriön päätöksen 517/1996 edellyttämiä määräaikaistarkastuksia. Kiinteistön sähkölaitteisto luetaan luokkaan 1b, jolloin määräaikaistarkastus tulee tehdä 15 vuoden välein. Kiinteistölle ei myöskään ole tehty aiempia kunnossapitotarkastuksia tai kuntotutkimuksia.

5.2 Kenttätyö

5.2.1 Suunnittelu

Koska tilaajan ja tekijän osuudesta vastasi tämän kuntotutkimuksen osalta yksi ja sama henkilö, määriteltiin tutkimuksen aikana suoritettavat tarkastukset ja mittaukset sekä kuntotutkimuksen laajuus tarkemmin vasta kenttätyön suunnitteluvaiheessa. Suurempia puutteita ja ongelmia kiinteistön sähköenergian jakelu- ja käyttöjärjestelmistä ei ollut tiedossa, joten kenttätyön päätettiin pitää henkilökunnalle käyttäjäkysely. Tutkimuksen tavoitteeksi asetettiin luoda kuva kiinteistön järjestelmien nykymuodosta ja mahdollisista parannusmahdollisuuksista. Toisena tavoitteena oli tietysti edesauttaa tämän opinnäytetyön tekoa.

Kenttätyön suunnittelu aloitettiin tutustumalla saatavilla oleviin lähtötietoihin ja sähköpiirustuksiin. Vaikka kiinteistö on valmistunut jo vuonna 1970, piirustuksia ja muita dokumentteja on kertynyt suuret määrät eri vuosikymmenten varrelta. Dokumenttien ansiosta kiinteistön sähköasennusten historiasta oli saatavilla runsaasti tietoa. Kaikkia piirustuksia ei kuitenkaan ollut saatettu ajan tasalle. Suuresta kuvien määrästä johtuen, monista kuvista löytyy jälkeempinä tehtyjä merkintöjä, joiden vuoksi on vaikea määrittää mitkä dokumentit ovat täysin paikkaansa pitäviä. Uusien tauko- ja sosiaalitulojen sähköasennuksista ei ole olemassa minkäänlaista dokumentaatiota. Uusimmat ja tutkimuksen kannalta merkityksellisimmät dokumentit saatiin kuitenkin kasaan, jotta suunnittelua pystyttiin jatkamaan. Dokumenteista mainittakoon tasopiirustukset vuodelta 1986 ja nousujohdokaavio vuodelta 2005. Myös kaikkien keskusten keskuskaaviot saatiin kasaan.

Suunnittelussa todettiin, että kiinteistön ensimmäisen kerroksen sähköenergian jakelu- ja käyttöjärjestelmille toteutetaan niin kattava kuntotutkimus kuin mahdollista. Kuntotutkimuksen osalta päädyttiin seuraaviin ehtoihin:

- Tutkimusalue muodostuu, kiinteistön ensimmäisestä kerroksesta, iv-konehuoneesta, keskustiloista sekä ulkotiloista
- Kuntotutkimuksen suorittaminen ei saa häiritä tiloissa työskenteleviä henkilöitä ja jos on tarpeen, joitain tutkimuksen työvaiheita voidaan suorittaa iltaisin tai viikonloppuisin.
- Tutkimuksen aikana ei rikota lattia-, katto- tai seinärakenteita
- Tutkimuksen aikana tehdään aistinvaraisia tarkastuksia ja kuntotutkimusmittauksia ja näitä tehdessä noudatetaan sähköturvallisuusstandardin SFS 6002:2005 mukaisia määräyksiä

Suunnittelussa määriteltiin, että kiinteistössä tehdään sähköenergian jakelu- ja käyttöjärjestelmien kuntotutkimus, jossa järjestelmien kuntoa tutkitaan ST-kortistosta löytyvien ohjeiden mukaisesti. Suunnittelun aikana päädyttiin noudattamaan seuraavia ST-kortteja

- ST 97.00 Sähkö- ja tietojärjestelmien kuntotutkimus
- ST 97.10 Sähkö- ja tietojärjestelmien kuntotutkimus. Asennusreitit
- ST 97.20 Sähkö- ja tietojärjestelmien kuntotutkimus. Jakelujärjestelmät
- ST 97.25 Sähkö- ja tietojärjestelmien kuntotutkimus. Ukkos- ja ylijännitesuojaus
- ST 97.30 Sähkö- ja tietojärjestelmien kuntotutkimus. Laitteistojen sähköistys
- ST 97.40 Sähkö- ja tietojärjestelmien kuntotutkimus. Sähköliitännätjärjestelmät
- ST 97.50 Sähkö- ja tietojärjestelmien kuntotutkimus. Valaistus ja valaistusjärjestelmät.

Lisäksi ohjeita saatiin Sähkö- ja teleurakoitsijaliiton julkaisusta sähkö- ja tietojärjestelmien kuntotutkimus -käsikirja sekä D1-2012 -käsikirjasta ja pienjännitesähköasennusstandardista SFS 6000:2012. Suunnitteluvaiheessa tiedostettiin, että ST-kortit on julkaistu jo vuonna 2005, joten niistä löytyviin kohtiin suhtauduttiin nykymääräysten kannalta.

Kuntotutkimuksen kenttätöön suorittamisajankohdaksi muodostui viikko 13, jolloin tarvittavat mittalaitteet olivat saatavilla Sähkö-Rauman toimesta. Tarkastukset ja mittaukset päädyttiin suorittamaan sähköenergian jakelu- ja käyttöjärjestelmille seuraavalla tavalla:

Aistinvaraiset tarkistukset

- Asennus ja apujärjestelmät
 - o Ensimmäisen kerroksen asennus ja apujärjestelmät
 - o Teknisten tilojen asennus- ja apujärjestelmä
- Sähköenergian pääjakelu
 - o Pääkeskus ja sähköliittymän tekninen kunto
 - o Ryhmäkeskukset RK03, RK-IV, RK11 ja RK12
- Laitteiden ja laitteistojen sähköistys
 - o Ilmastoinnin taajuusmuuttajat
- Sähköliitännäjärjestelmät
 - o Ensimmäisen kerroksen sähköliitännäjärjestelmät
 - o Autolämmityspistorasiat
- Valaistusjärjestelmät
 - o Ensimmäisen kerroksen valaistusjärjestelmät

Mittaukset

- Pienimmän oikosulkuvirran mittaus (syötön automaattinen poiskytkentä)
 - o pääkeskukselta
 - o ryhmäkeskuksilta RK03, RK-IV, RK11 ja RK12
 - o ensimmäisen kerroksen pistorasioilta.
- Virtojen, jännitteiden ja sähkötehon mittaus
 - o pääkeskukselta
 - o ryhmäkeskuksilta RK03, RK-IV, RK11, RK12
 - o iv-jäähdytyskoneelta.
- Suojajohtimen jatkuvuusmittaus
 - o ensimmäisen kerroksen pistorasioilta
- Valaistusvoimakkuusmittaukset
 - o ensimmäisessä kerroksessa
- Lämpökamerakuvaus
 - o pääkeskuksella
 - o ryhmäkeskuksilla RK03, RK-IV, RK11 ja RK12
 - o teknisten tilojen johtoteiltä
 - o taajuusmuuttajilta

Pistorasioille tehtävät suojajohtimen jatkuvuus- ja oikosulkuvirtamittaukset suoritetaan pistokoeluontoisesti.

5.2.2 Toteutus

Kuntotutkimuksen kenttätyö aloitettiin aistinvaraisella tarkastuksella. Aistinvarainen tarkastus aloitettiin käymällä läpi kuntotutkimuksen kohdealue. Ennen tarkemman järjestelmäkohtaisen tarkastuksen aloittamista, kyseltiin henkilökunnalta mahdollisista vioista ja puutteista sähköjärjestelmissä. Heidän mukaansa mitään mainittavia vikoja tai puutteita ei ollut.

Aistinvarainen tarkastus suoritettiin kaikille suunnittelussa määritellyille sähköenergian jakelu- ja käyttöjärjestelmille. Aistinvaraisessa tarkastuksessa käytettiin apuna ennalta valmisteltuja tarkastuspöytäkirjoja. Järjestelmien kunto arvioitiin tarkastuspöytäkirjojen mukaisesti. Lisäksi pöytäkirjoihin kirjattiin kaikki sellaiset järjestelmiin liittyvät huomiot, joita ei tarkastuspöytäkirjojen kohdissa ennakoon ollut määritelty.

Aistinvaraisen tarkastuksen yhteydessä otettiin valokuvia kiinteistön eri järjestelmistä ja laitteista, kuten keskuksista, johtoteistä ja valaisimista. Valokuvia otettiin etenkin havaituista ongelmakohdista. Aistinvaraisten tarkastusten suorittamiseen kului aikaa noin työpäivän verran.

Seuraavaksi oli vuorossa eri kuntotutkimusmittausten suorittaminen. Ensimmäisenä mittauspäivänä tehtiin valaistusvoimakkuus-, jatkuvuus- ja oikosulkuvirtamittaukset sekä vikavirtasuojien testaukset. Toisena mittauspäivänä tehtiin virran, jännitteen ja sähkötehon mittauksia sekä lämpökamerakuvauksia. Kolmantena mittauspäivänä käytiin vielä uudelleen mittaamassa virtoja ja sähkötehoja, jotta saatiin vahvistettua edellisen päivän tuloksia. Mittauksissa saadut tulokset kirjattiin ennakoon valmisteltuihin mittauspöytäkirjoihin. Mittaustuloksia saatiin suuret määrät ja ne olivat suurimmalta osin järkeenkäypä. Kaikki työvaiheet sujuivat hyvin ja suuremmista ongelmista.

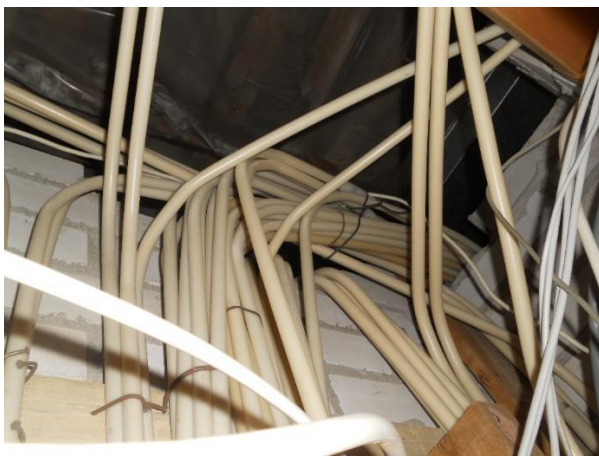
5.3 Sähköenergian jakelu- ja käyttöjärjestelmien kuntotutkimus

Tässä alaluvussa käsitellään esimerkkikohteeseen tehtyä kuntotutkimusta järjestelmäkohtaisesti. Jako alalukuihin on tehty S2010 -sähkönimikkeistön mukaisella järjestelmäjajolla. Jokaisessa alaluvussa (5.3.1–6) käsitellään kyseisille järjestelmille tehtyjä tarkastuksia ja mittauksia sekä niiden perusteella tehtyjä havaintoja.

5.3.1 Asennus- ja apujärjestelmät (S1)

Asennus- ja apujärjestelmien kuntotutkimus koostui järjestelmien aistinvaraisestatarkastuksesta. Tarkastuksessa käytiin läpi kaapelihyllyt, kaapelitikkaat ja ripustuskiskot asennus-, kiinnitys-, kannatus- ja muine osineen. Lisäksi tarkastettiin johtokanavat kansineen sekä pääty-, kulma-, jatkos- ja muine osineen. Kaapelihyllyjä, valaisinripustuskiskoja ja johtokouruja ei ole maadoitettu

Kiinteistön 1. kerroksessa on käytetty erityyppisiä johtoteitä. Alkuperäiset 70-luvulla tehdyt asennukset on tehty uppoasennuksina sekä teräksisillä johtokanavilla. Johtokouruihin tulevien pistorasiaryhmien syöttöjohdot on tuotu kanaviin seinien tiili ja lattian betonirakenteissa tai katon välitilassa. Kaikki uppoasennukset on tehty putkittamalla. Johtokanavissa kulkevat kaapelit ovat suojavaipallisia. Ensimmäisen kerroksen valaistusryhmien johtoasennukset on tehty putkittamalla, katon välitilaan (kuva 31). Teknisten tilojen alkuperäiset johtoasennukset on tehty uppoasennuksina tai seinäkiinnikkeiden (kuva 32) avulla.



KUVA 31. Valaistusryhmien putkituksia



KUVA 32. Seinäkiinnikkeillä tehtyjä pinta-asennuksia

Seinä-, katto-, ja lattiarakenteita ei lähdetty rikkomaan uppoasennuksien tarkastamiseksi, koska ongelmia valaistus- ja pistorasiaryhmissä ei ollut havaittu. Uppoasennuksia ei siis lähdetty sen tarkemmin tutkimaan. Teräksiset johtokanavat ovat ulkopinnaltaan siistejä ja kaikki kannet ovat paikallaan. Kanavat ovat myös tukevasti kiinnitettynä seinärakenteisiin. Muutamasta kanavasta irrotettiin kansi, jotta voitiin tarkastaa niiden sisusta. Kanavien sisäosiin oli joko asennusvaiheessa tai ajan myötä kertynyt jonkin verran likaa, mutta ei kuitenkaan merkityksellisiä määriä. Kanavat ovat ahtaanmallisia kojerasioiden kohdalta ja tilaa uusille asennuksille on vähän (kuva 33). Esimerkki johtokanavan tarkastuspöytäkirjasta on esitetty liitteessä 6.



KUVA 33. Johtokanava sisältä

Vuoden 1986 sähkö saneerauksen yhteydessä teknisiin tiloihin on lisätty alumiinisia tikashyllyjä johtoasennusten helpottamiseksi. Vuoden 2005 saneerauksessa 1. kerrokseen on lisätty teräksisiä umpihyllyjä, valaisinripustuskiskoja sekä muovisia johtokanavia.

Pääkeskustilassa tikashyllyt ovat siistejä ja tukevasti kiinnitettyjä. Asennuskapasiteetti alkaa kuitenkin joltain osin käydä vähiin (kuva 34). Ilmanvaihtokonehuoneessa tikashyllyt (kuva 35) ovat tukevasti paikallaan, mutta niiden päälle on kertynyt reilusti likaa.



KUVA 34. Pääkeskustilan tikashyllyjen asennuskapasiteetti alkaa käydä vähiin



KUVA 35. IV-konehuoneessa kulkeva tikashylly

Ensimmäisen kerroksen umpihyllyt ja muoviset johtokanavat asennettiin tiloihin elektronikan tuotantolaitteiden ja uusien työasemapistorasioden syöttökaapeleita varten. Hyllyt ja kanavat ovat pysyneet hyväkuntoisina ja tilaa uusillekin kaapeli-asennuksille löytyy (kuva 36). Hyllyille tehdyt asennukset on kuitenkin tehty osittain huolimattomasti ja kaapelit kulkevat hyllyillä ristiin rastiin.



36. Muovisissa johtokanavissa riittää asennuskapasiteettia

Valaisinripustuskiskoja on käytetty pintaliitoslinjaston laitteiden syöttökaapeleiden johdotteina (kuva 37). Ripustuskiskot ovat tukevasti kiinnitettyjä ja siistejä, mutta lisäasennuksia varten ei niillä ole enää tilaa.



KUVA 37. Valaisinripustuskiskoilla kulkee pintaliitoskoneiden syöttökaapeleita

Tarkastuksen aikana käytiin läpi myös kaikki näkyvillä olevat läpiviennit. Kiinteistö on palo-osastoitu kahteen osastoon kerroksittain, joten kerrosten välisten läpivientien tulee olla palonkestäviä. Myös ulkotilojen läpiviennit tarkastettiin, niiltä osin kuin oli mahdollista.

Kerrosten sisäisissä läpivienneissä ei havaittu sen suurempia ongelmia. Läpiviennit ovat tilavia ja kaapelit eivät ole liian nipussa tai hanganneet teräviin reunoihin (kuva 38). Ainoastaan pääkeskustilassa oleva läpivienti oli ängetty melkoisen täyteen (kuva 39). Pääkeskustilan ja ilmanvaihtokonehuoneen läpivientien tulisi olla palotiivistettyjä, jotta käytötapaosastointi toteutuu.



KUVA 38. Läpivienneissä on tilaa uusille asennuksille



KUVA 39. Pääkeskustilan läpivienti on täynnä

Kerrosten väliset läpiviennit, joiden tulee olla palotiiviitä, ovat suurilta osin peitossa. Ensimmäisen kerroksen keskustilassa on kuitenkin jätetty avoimeksi luukku, josta on nähtävissä pohjakerroksesta tulevia muoviputkia ja kaapeleita (kuva 40). Ainakaan ensimmäisen kerroksen päästä, ei muoviputkien suita tai läpivientiaukkoa ole tiivistetty palonkestävällä massalla tai muulla tavalla. Ulkona olevia läpivientejä ei näkyvissä ollut montaa, mutta näkyvät läpiviennit on tiivistetty kosteuden pääsyn estämiseksi.



KUVA 40. Pohjakerroksesta tulevia muoviputki

5.3.2 Sähköenergian pääjakelu (S22) ja sähköliittymä (S211)

Kaikkien suunnittelussa määriteltyjen keskusten ja keskustilojen tekninen kunto, siisteys ja määräysten mukaisuus tarkastettiin aistinvaraisesti. Keskuksille suoritettiin myös erilaisia mittauksia. Keskuksilta mitattiin oikosulkuvirrat vaiheiden ja maan väliltä sekä jännitteet, virrat ja sähkötehot kaikilta vaiheilta. Lisäksi keskuksien sulakkeita, kontaktoreita ja liittimiä tarkasteltiin lämpökameran avulla. Keskusten väliset kaapeloinnit on toteutettu TN-C-S järjestelmällä. Liitteessä 5 on esitetty kiinteistön nousujohtokaavio.

Aistinvaraiset tarkastukset

Pääkeskustila ei ollut lukittuna, joten asiattomilla henkilöillä oli pääsy tilaan. Tilaan on myös kertynyt sinne kuulumatonta tavaraa, jotka aiheuttavat ylimääräistä palokuormaa (kuva 41). Tilaan on asennettu asianmukainen vaihtosulakekaappi, jonka päältä löytyy myös kahvasulakkeiden vaihtokahva (kuva 42). IV-konehuoneen ryhmäkeskuksen edustalle on kertynyt paljon tavaraa, jotka estävät helpon pääsyn keskukselle (kuva 43).



KUVA 41. Pääkeskustilaan on kertynyt ylimääräistä tavaraa



KUVA 42. Vaihtosulakekaappi ja kahvasulakkeiden vaihtokahva



KUVA 43. IV-konehuoneen ryhmäkeskuksen eteen on kertynyt roinaa

Ensimmäisen kerroksen keskuskomeron ympärille on rakennuksen valmistumisen jälkeen rakennettu palvelinhuoneena toimiva tila, mutta pääsy ryhmäkeskuksille on edelleen hyvä. Keskuskomeron ovia ei kuitenkaan ollut lukittu (kuva 44), vaan ne oli jätetty ilmanvaihtuvuuden takia auki, koska palvelimien ansiosta tilassa on erityisen lämmin.



KUVA 44. 1. kerroksessa keskuskomeron ovet on jätetty lukitsematta

Pääkeskus sekä ryhmäkeskukset RK03, RK-IV, RK11 ja RK12 tarkastettiin aistinvaraisesti, tarkastuspöytäkirjan mukaisesti. Lisäksi pääkeskuksen tarkastuksen yhteydessä tarkastettiin sähköliittymän kunto. Liitteessä 6 on esitetty esimerkki pääkeskuksen tarkastuspöytäkirjasta.

Pääkeskus (kuva 45) komponentteineen on suurimmalta osin alkuperäinen vuodelta 1970. Keskus on asennettu seinään ja se on teräsrakenteinen ja kehikkotyypinen. Keskuksen pääkytkin on 3x250A vipukytkin ja toimiva. Keskuksen runkorakenteet ovat hyväkuntoisia. Myös päävirtapiirit ja sisäiset johdotukset ovat toimivia ja siistejä. Kahvavarokealustat ovat hyväkuntoisia ja niiden liittimissä ei näy lämmön aiheuttamia vaurioita (kuva 46). Keskus on takaa avoin, joten sen sisään on päässyt kertymään hieman pölyä. Kosketussuojaus keskuksessa toteutuu. Keskustilasta löytyy vanha päivittämätön pää- ja nousujohtokaavio. Pääkeskuksesta puuttuu tunnuskilpi.



KUVA 45. Kiinteistön pääkeskus



KUVA 46. Kavavarokealustat ovat hyväkuntoisia

Sähköliittymä on 3x100A/250A (kuva 47). Alkuperäisen liittymisjohdon tarkasta tyypistä ja koosta ei ole tietoa, mutta vuonna 2005 sen rinnalle on lisätty toinen syöttökaapeli. Uusi kaapeli on tyypiltään AXMK 4x70S. Muuntoliitos alumiinista kupariin on tehty pääkeskuksen alla sijaitsevassa kytkentäkotelossa (kuva 48). Liittimet ja kaapelit ovat hyväkuntoisia. Koko kiinteistön energiankulutus mitataan pääkeskukselta 2-tariffi-kWh-mittarilla (kuva 49). Virtamuuntajien muuntosuhde on 300/5A (kuva 50). Mittari on uusittu 2000-luvulla etäluettavaan malliin. Mittalaitteet ovat siistejä ja toimintakuntoisia.



KUVA 47. Kiinteistön pääsulakkeet 3x100 A



KUVA 48. Muuntoliitos- ja syöttökaapeliin kytkentäkotelo



KUVA 49. Kiinteistön 2-tariffi-kWh-mittari on etäluettava



KUVA 50. Virtamuuntajien (3 kpl) päälle on päässyt kertymään pölyä

Ryhmäkeskus RK03 (kuva 51) sijaitsee samassa tilassa pääkeskuksen kanssa. RK03 liitettiin kiinteistöön vuoden 1986 sähkösanerauksessa. Muutosten myötä keskus syöttää pääasiassa pohjakerroksen valaistuksia, ensimmäisen kerroksen ryhmäkeskusta RK12 ja suuria elektroniikan tuotantolaitteita. Keskuksen syöttökaapeli on MMK 3x35+16 ja pääsulakkeet ovat 3x80A. Keskus on kehikkotyypinen ja kotelointiluokaltaan IP20. Keskus on rakenneosiltaan ehjä ja kosketussuojaus toteutuu. Keskuksesta löytyy useita vapaita sulakelähtöjä ja sisäiset johdotukset on tehty siististi (kuva 52). Keskuksen komponentit ovat ehjiä ja kaikki sulakepesien kannet ovat paikallaan.



KUVA 51. Ryhmäkeskus RK03 pääkeskustilassa



KUVA 52. Ryhmäkeskuksen RK03 johdotukset on tehty siististi

Ryhmäkeskus RK-IV (kuva 53) sijaitsee ilmanvaihtokonehuoneessa ja se syöttää pääasiassa ilmanvaihdon laitteita. Keskus on uusittu 2000-luvulla. Keskus on kehikkotyypinen ja se on rakenteellisesti hyvässä kunnossa. Keskuksen syöttökaapeli on MMJ 4x16 ja pääsulakkeet ovat 3x63 A. Keskuksen kytkinlaitteet, merkkilamput ja päävirtapiirit ovat kaikki toimivia.



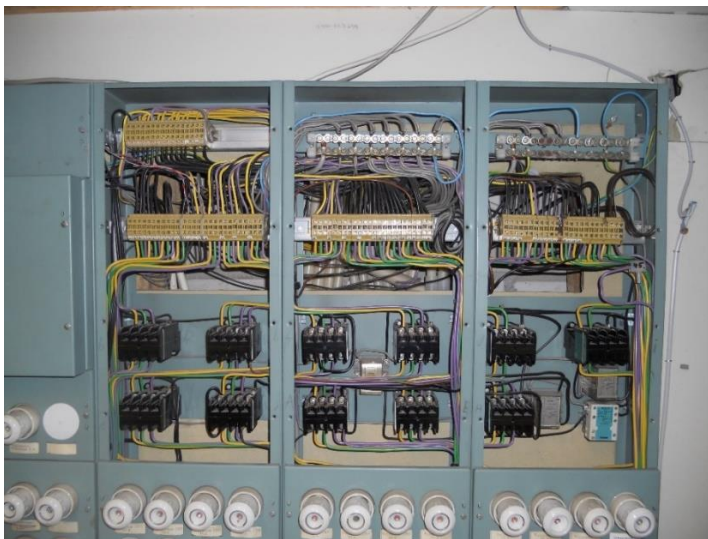
KUVA 53. IV-ryhmäkeskus on uusittu 2000-luvulla

Ryhmäkeskukset RK11 ja RK12 (kuva 54) sijaitsevat ensimmäisen kerroksen palvelinhuoneen keskuskomerossa. RK11 on kiinteistön alkuperäisiä keskuksia vuodelta 1970. Se syöttää koko ensimmäisen kerroksen valaistusta, lukuun ottamatta uusia tauko- ja sosiaalituloja. RK11 syöttää lisäksi suurta osaa ensimmäisen kerroksen johtokanaviin asennetuista pistorasioista. Ryhmäkeskukselta RK12 syötetään tuotantotilan kattoon asennettuja kosketinkiskoja sekä tauko- ja sosiaalitulojen valaistusta ja pistorasioita.



KUVA 54. Ryhmäkeskukset RK11 (oik.) ja RK12 (vas.)

RK11 on kehikkotyypinen ja se on rakenneosiltaan hyvässä kunnossa. RK11 syöttökaapeli on MMK 3x70+35 ja pääsulakkeet ovat 3x80A. Keskuksen päävirtapiirit ovat hyväkuntoisia ja valaistuksen kontaktorit (kuva 55) eivät hurise tai ole muuten viallisia. Keskuksen riviliittimet ovat myös säilyneet hyvin.



KUVA 55. Ryhmäkeskuksen RK11 riviliittimet ja kontaktorit ovat hyväkuntoisia

RK12 on kotelomallinen ja asennettu kiinteistöön vuonna 2005. Keskus on pysynyt rakenteellisesti hyvässä kunnossa. Keskuksen syöttökaapeli on MMJ 5x16S ja pääsulakkeet ovat 3x63 A. Keskuksen sisäiset johdotukset on tehty siististi (kuva 56) ja mitään ongelmia ei aistinvaraisesti ollut havaittavissa. Kosketussuojaus toteutuu molempien keskusten kohdalla. Keskuksien merkinnöissä ei ole puutteita, mutta ryhmäkeskuksen RK12 keskuksaavioon ei ole tehty päivityksiä. RK12 on ainoa keskus kiinteistössä, josta löytyy vikavirtasuojia. Keskukselta ei kuitenkaan löydy enää vapaita ryhmiä.



KUVA 56. Ryhmäkeskuksen RK12 sisusta on puhdas ja johdotukset ovat siistejä

Mittaukset

Pääkeskukselta sekä ryhmäkeskuksilta RK03, RK-IV, RK11 ja RK12 mitattiin oikosulkuvirta ja silmukkaimpedanssi jokaisen vaiheen (L1, L2 ja L3) ja maadoitusjohtimen väliltä. Mittaukset tehtiin Amprobe Telaris 0100-plus -sähköasennustesterillä (kuva 57). Testausjännitteenä käytettiin 50 voltia. Mittaustulokset kirjattiin mittauspöytäkirjaan. Mittaustulokset on esitetty taulukossa 3.



KUVA 57. Oikosulkuvirran mittaus keskukselta

TAULUKKO 3. Keskusten oikosulkuvirtoja

Keskus	Oikosulkuvirta, kA	Silmukkaimpedanssi, Ω
Pääkeskus, L1	1,43	0,16
Pääkeskus, L2	1,76	0,13
Pääkeskus, L3	1,76	0,13
RK03, L1	1,27	0,18
RK03, L2	1,27	0,18
RK03, L3	1,09	0,21
RK-IV, L1	1,15	0,20
RK-IV, L2	1,00	0,23
RK-IV, L3	1,21	0,19
RK11, L1	1,27	0,18
RK11, L2	1,43	0,16
RK11, L3	1,27	0,18
RK12, L1	1,27	0,18
RK12, L2	1,43	0,16
RK12, L3	1,27	0,18

Oikosulkuvirtojen arvot eri keskuksilla eivät suhteessa eronneet kovinkaan paljon toisistaan, vaan olivat kaikki yhden ja kahden kiloampeerin väliltä. Tämä johtuu siitä, että keskusten väliset välimatkat eivät ole kovinkaan suuria ja keskusten syöttökaapelit on mitoitettu sopivasti yläkanttiin. Pienet erot keskuksien vaiheiden oikosulku- ja silmukkaimpedanssiarvojen välillä johtuivat mitä todennäköisemmin heikentyneistä liitoksista tai mittapäiden huonosta kontaktista. Myös kuormaerot vaiheiden välillä vaikuttavat mittaustulokseen, sillä johtimien lämpeneminen kasvattaa silmukkaimpedanssia. Silmukkaimpedanssin kasvaminen taas pienentää oikosulkuvirtaa.

Kiinteistön pääsulakkeet ovat 3x100 A ja 100 ampeerin gG-sulakkeiden pienin vaadittu mitattu oikosulkuvirran arvo 5,0 sekunnin poiskytkentäajalla on 0,725 kA, Koska kaikkien ryhmäkeskusten jokaiselta vaiheelta mitattu oikosulkuvirta on yli 1 kA ja sulakkeet ovat samantyyppisiä ja kooltaan pienempiä kuin 100 A, vikasuojaus jokaisella keskuksella toteutuu.

Pääkeskuksen sekä ryhmäkeskusten RK03, RK-IV, RK11 ja RK12 kolmelta vaiheelta mitattiin eri ajankohtina jännitteen, virran, loistehon, pätötehon sekä tehokertoimen arvot. Lisäksi kyseiset arvot mitattiin ilmastoinnin jäähdytyskoneelta. Jäähdytyskoneetta syötetään pääkeskukselta. Mittaukset tehtiin kahden päivän aikana, jolloin mittaus suoritettiin aamu- ja iltapäivällä. Mittaukset jouduttiin tekemään useana ajankohtana, koska käytössä ei ollut rekisteröivää mittalaitetta. Mittalaitteena käytettiin CEM DT-3353 -tehopihtimitaria (kuva 58). Mittauksessa käytettiin apuna mittarille räätälöityä mittauspöytäkirjaa. Liitteessä 7 on esitetty esimerkkinä pääkeskuksen mittauspöytäkirja.



KUVA 58. CEM DT-3353 -tehopihtimittari

Keskuksilta mitattiin vaihejännitteet ja vaihevirrät. Keskuksilla vaiheiden väliset vaihejännite-erot olivat mittauksen aikana hyvin pieniä ja merkityksettömiä. Suurimmat erot olivat 0,5 voltin luokkaa. Eri keskusten väliset jännite-erot olivat myös varsin pieniä. Jännitteet vaihtelivat 226 ja 231 voltin välillä. Pääkeskuksen ja ryhmäkeskusten välillä ei ollut mittarilla havaittavia jännitteenalennemia. Verkon taajuus oli jokaisen mittauksen aikana noin 50 Hz. Sähkönlaadussa ei siis ollut valittamista.

Taulukoissa 4 ja 5 on esitetty kiinteistön pääsulakkeilta mitattu virrankulutus eri ajankohdina. Taulukoissa 6, 7 ja 8 taas on esitetty pääsulakkeilta mitatut pätö- ja loistehoarvot ensimmäisen mittauspäivän aamu- ja iltapäivältä sekä toisen mittauspäivän aamupäivältä. Virta- ja tehomittauksen aikana mittausarvot heittelivät jatkuvasti muuttuvien kuormitusten takia. Tästä syystä mittauspöytäkirjaan kirjattiin 10 sekunnin aikana saatu suurin virran tai tehon arvo.

TAULUKKO 4. Vaihevirrat ensimmäisenä mittauspäivänä

Mittausajankohta:	Aamupäivä	Iltapäivä
Keskus, vaihe	Vaihevirta, A	Vaihevirta, A
Pääkeskus, L1	56,5	55
Pääkeskus, L2	79,5	74,5
Pääkeskus, L3	55,9	52

TAULUKKO 5. Vaihevirrat toisena mittauspäivänä

Mittausajankohta:	Aamupäivä	Iltapäivä
Keskus, vaihe	Vaihevirta, A	Vaihevirta, A
Pääkeskus, L1	76,6	56,3
Pääkeskus, L2	102,0	75,2
Pääkeskus, L3	76,0	53,6

Toisena mittauspäivän aamupäivällä virta- ja tehomittauksen välisenä aikana kuormitukset laskivat niin, että tehomittaukseen ei saatu huipputehon lukemia, mikä on havaittavissa taulukosta 8.

TAULUKKO 6. Mittauksissa saadut vaihepätö- ja vaiheloistehot sekä tehokerroimet ensimmäisen mittauspäivän aamupäivällä

Keskus, vaihe	Pätöteho, kW	Loisteho, kVAr	Tehokerroin, $\cos\phi$
Pääkeskus, L1	13,65	2,08	0,97
Pääkeskus, L2	18,30	0,54	0,99
Pääkeskus, L3	12,47	0,29	0,99
Yhteensä	44,42	2,91	

TAULUKKO 7. Mittauksissa saadut vaihepätö- ja vaiheloistehot sekä tehokerroimet ensimmäisen mittauspäivän iltapäivällä

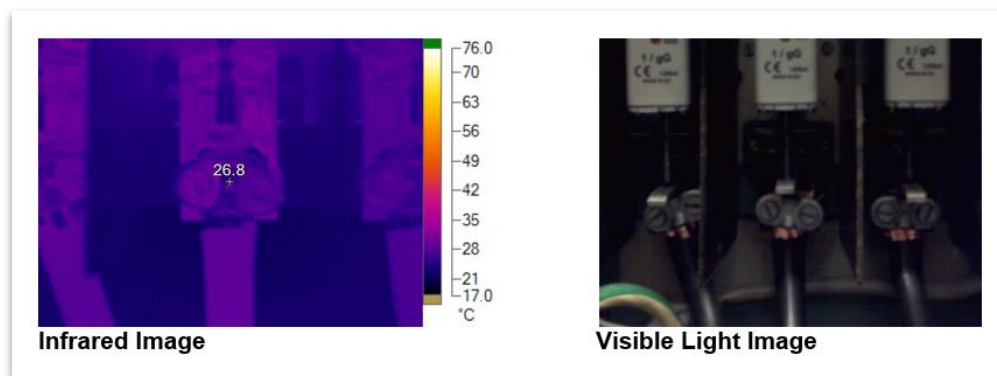
Keskus, vaihe	Pätöteho, kW	Loisteho, kVAr	Tehokerroin, $\cos\phi$
Pääkeskus, L1	13,02	2,60	0,98
Pääkeskus, L2	17,38	0,01	0,99
Pääkeskus, L3	11,81	0,30	0,99
Yhteensä	42,21	2,91	

TAULUKKO 8. Mittauksissa saadut vaihepätö- ja vaiheloistehot sekä tehokertoimet toisen mittauspäivän aamupäivällä

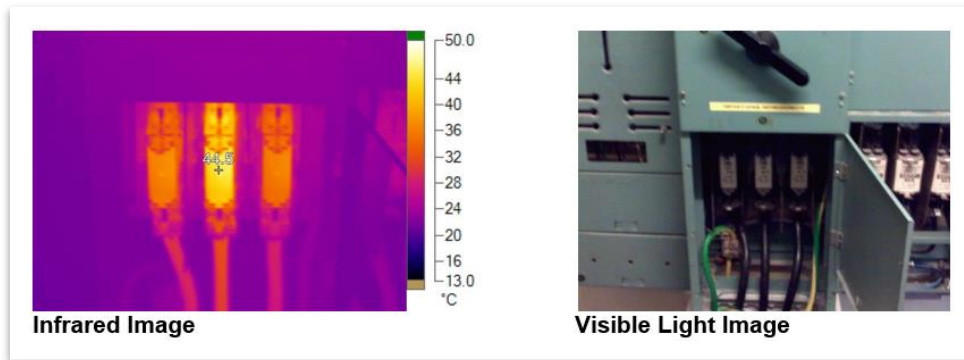
Keskus, vaihe	Pätöteho, kW	Loisteho, kVAr	Tehokerroin, $\cos\phi$
Pääkeskus, L1	12,3	2,7	0,98
Pääkeskus, L2	23,8	1,29	0,98
Pääkeskus, L3	16,2	1,4	0,98
Yhteensä	42,3	5,39	

Mittaustuloksista voidaan huomata, että kuormat eivät jakaannu tasaisesti vaiheiden välille, vaan 2-vaihetta kuormitetaan selkeästi enemmän kuin 1- ja 3-vaiheissa kuormitus on samaa luokkaa. Toisen mittauspäivän aamupäivän aikana virta 2-vaiheessa nousi ajoittain jo yli 100 ampeerin, mikä on huolestuttavaa, sillä kiinteistön pääsulakkeiden koko on ainoastaan 100 A. Aamupäivän suuret kuormitukset johtuvat tuotantolaitteiden ylösajosta ja ilmastoinnin jäähdytyksen päällä olost. Tehotaulukoista voidaan huomata, että vaiheiden tehokerroimet ovat hyvin lähellä 1,00 ja että loistehon määrä pätötehoon verrattuna on hyvin pieni. Kokonaispätötehon arvo vastaa siis miltei kiinteistön kokonaistehoa, joka oli esimerkiksi ensimmäisen mittauspäivän aamupäivällä 42,82 kVA.

Pääkeskuksella suoritettiin lisäksi lämpökamerakuvauksia. Kuvauksien perusteella ei havaittu suurempia puutteita tai vaurioita. Liittimissä (kuva 59), varokkeissa, kaapeleissa ja johtimissa ei havaittu liiallisia lämpenemiä. Lämpökameran avulla näki selkeästi kuinka vaiheen 2 päävaroke kuumenee muita enemmän (kuva 60), koska sen läpi kulkee suurempi virta. Keskuksen lämpökuvauksen ohella kuvattiin pääkeskukselta lähteviä syöttökaapeleita. Syöttökaapeleiden lämpötiloissa ei havaittu suurempia eroavaisuuksia.



KUVA 59. Liittimien lämpökuvauksessa ei havaittu ongelmakohteita



KUVA 60. Vaiheen 2 päävarokkeen lämpötila on lämpökuvauksen aikana 44,5 °C.

Ryhmäkeskusten vaihevirtojen ja sähkötehojen mittaukset suoritettiin pääkeskuksesta työn nopeuttamiseksi (kuva 61). Kaikkia ryhmäkeskuksia syötetään suoraan pääkeskuksesta, lukuun ottamatta keskusta RK12, jota syöttää ryhmäkeskus RK03. Taulukossa 9 on esitetty ryhmäkeskusten ja ilmastoinnin jäähdytyksen virtamittauksen tuloksia ensimmäisenä mittauspäivänä. Liitteen 8 taulukoissa 1–5 on vastaavasti esitetty vaihepätö- ja vaiheleistoehomittauksen tulokset.

TAULUKKO 9. Ryhmäkeskusten vaihevirratt ensimmäisenä mittauspäivänä

Mittausajankohta:	Aamupäivä	Iltapäivä
Keskus	Vaihevirta, A	Vaihevirta, A
RK03, L1	12,3	8
RK03, L2	14,0	5,7
RK03, L3	12,8	5,3
RK-IV, L1	4,2	3,9
RK-IV, L2	6,8	7,3
RK-IV, L3	6,2	6,5
RK11, L1	22,4	21,7
RK11, L2	26,7	27,2
RK11 L3	23,4	21,9
RK12, L1	6,6	6,5
RK12, L2	4,8	4,8
RK12, L3	4,7	4,5
IV-Jäähdytys, L1	26,5	0,0
IV-Jäähdytys, L2	30,5	0,0
IV-Jäähdytys, L3	25,6	0,0

Taulukosta voidaan huomata, että 2-vaihetta kuormitetaan lähes joka tilanteessa hieman enemmän kuin kahta muuta vaihetta. Tästä johtuen pääsulakkeilta mitattaessa 2-vaiheeseen kohdistuva kuormitus näyttää huomattavasti suuremmalta kuin muiden vaiheiden. Lukuun ottamatta ryhmäkeskusta RK03 ja ilmastoinnin jäädytystä, keskusten kuormitukset pysyvät tasaisina koko työpäivän ajan.

Ilmastoinnin jäädytyksen toiminnasta ei ollut saatavilla tietoa, mutta tulosten perusteella se on käytössä vain aamupäivisin. RK03 palvelee suuria tuotantolaitteita, kuten aaltojuotoskonetta ja pintaliitosuunia, joten sen kuormitettavuuden suuruus on riippuvainen kyseisten laitteiden kulutuksesta. Taulukossa 10 on esitetty RK03:n vaihevirtoja toisena mittauspäivänä.



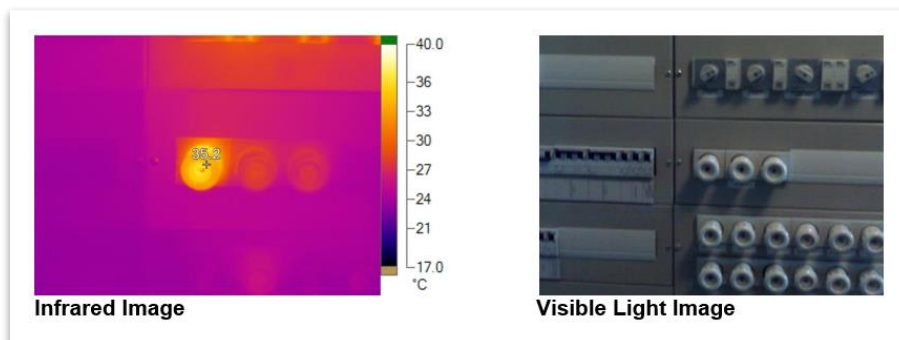
KUVA 61. Ryhmäkeskuksen RK03 vaihetehojen mittaus pääkeskukselta

TAULUKKO 10. RK03 vaihevirrät toisen mittauspäivän aamulla

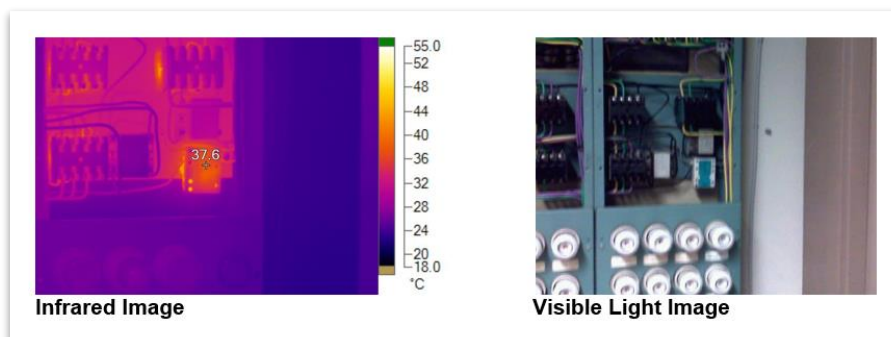
Mittausajankohta:	Aamupäivä
Keskus	Vaihevirta, A
RK03, L1	26,7
RK03, L2	51,1
RK03, L3	28,9

Taulukosta voidaan huomata, kuinka aamupäivällä uunia ja aaltojuotoskoneen tinaa lämmitettäessä virta-arvot selvästi suurempia kuin ensimmäisen mittauspäivän aamuna, jolloin lämmitys oli tehty ennen mittausten aloittamista. Tuloksista nähdään myös selkeä ero vaiheiden välisissä kuormituksissa, eli vaihetta 2 kuormitetaan selkeästi enemmän kuin kahta muuta vaihetta.

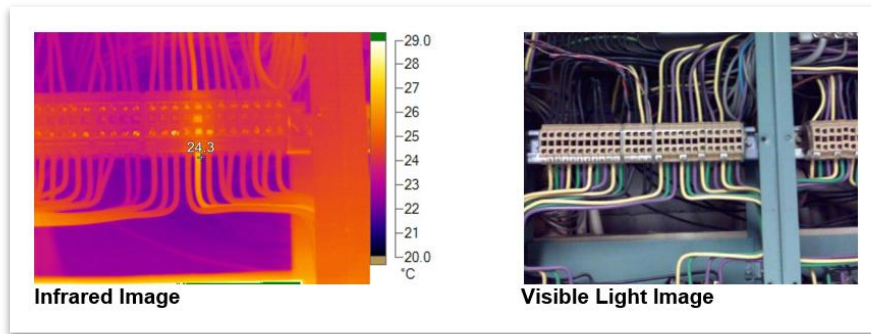
Ryhmäkeskuksilla suoritettiin myös lämpökuvaksia. Lämpökameralla käytiin läpi keskuksen liitokset, liittimet, varokkeet, kontaktorit ja muita komponentteja. Lämpökuvauksen aikana ei havaittu suurempia ongelmia. Lämpökuvauksen avulla erotti helposti suuremman kuormituksen alla olevat ryhmäsulakkeet (kuva 62). Ryhmäkeskuksen RK11 kontaktoreja ja releitä lämpökuvattiin. Kuvasta 63 nähdään kuinka kontaktoreiden ohjausrele käy huomattavasti kuumempina kuin itse kuormaa ohjaavat kontaktorit. Ryhmäkeskuksen riviliittimissä ei havaittu suuri lämpötilaeroja (kuva 64). Ryhmäkeskuksen RK12 kohdepoistoimuria ohjaava kontaktori kävi muita keskuksen komponentteja kuumempina (kuva 65).



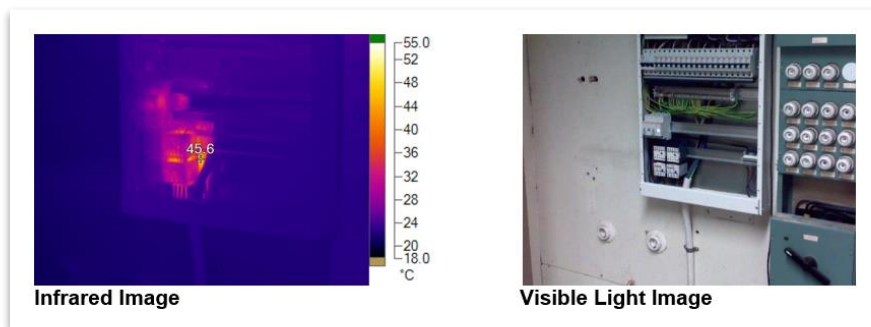
KUVA 62. IV-ryhmäkeskuksessa puhaltimen 1-vaihe käy muita kuumempina



KUVA 63. Kontaktoreiden ohjausrele käy itse kontaktoreja kuumempina



KUVA 64. Riviliittimien lämpötiloissa ei ollut suuria eroavaisuuksia



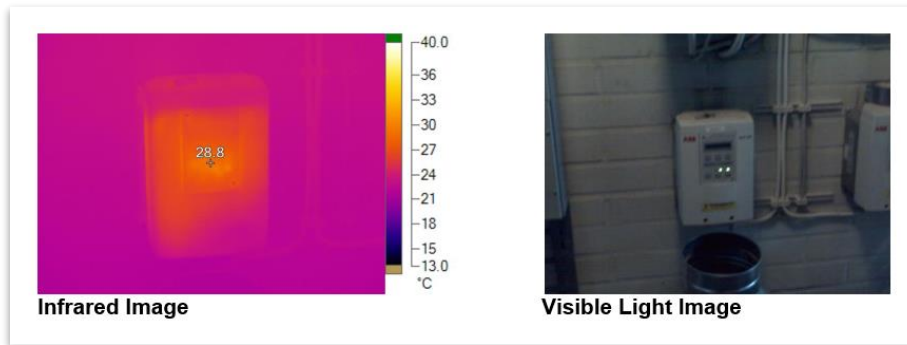
KUVA 65. Kohdepoistoimurin kontaktori kävi muita osia kuumempänä

5.3.3 Laitteiden ja laitteistojen sähköistys (S23)

Kiinteistön laitteiden ja laitteistojen kuntotutkimus kohdistui ilmanvaihdon taajuusmuuttajiin (kuva 66). Taajuusmuuttajat on uusittu 2000-luvulla ja ne ovat säilyneet hyväkuntoisina. Taajuusmuuttajien häiriösuojaus on toteutettu oikein ja niiden toiminnassakaan ei havaittu ongelmia. Taajuusmuuttajia lämpökuvattiin ja niiden käyntilämpötilat olivat normaaleja (kuva 67).



KUVA 66. Ilmanvaihtolaitteiston taajuusmuuttajat



KUVA 67. Taajuusmuuttajien lämmöt olivat normaalilla tasolla

5.3.4 Sähköliitännätjärjestelmät (S24)

Sähkönliitännätjärjestelmien tutkimuksessa tarkastettiin aistinvaraisesti ensimmäisen kerroksen pistorasioiden kunto sekä suoritettiin pistokoeluontoisesti oikosulkuvirtamittauksia. Lisäksi tutkimuksessa tarkastettiin autolämmityspistorasioiden kunto. Vikavirtasuojilla varustettujen pistorasiaryhmien vikavirtasuojien toiminta testattiin testipainikkeen ja mittausten avulla

Ensimmäisen kerroksen pistorasia-asennukset on tehty pääasiassa johtokanaviin. Vaikka suurin osa pistorasioista on asennettu jo 70- ja 80-luvulla, ne ovat tyypiltään maadoitettuja. Kaikki kiinteistön pistorasiat ovat ulkoisesti yllättävänkin hyvässä kunnossa. Yhdenkään pistorasian kuori- tai muut osat eivät ole rikki ja ne ovat paikallaan. Pistokoeluontoisesti tarkastettiin joidenkin pistorasioiden sisusta ja liitännät (kuva 69). Sisäosissakaan ei havaittu puutteita tai liankertymiä. Johdinliitokset on tehty hyvin, liitokset ovat pysyneet kiinni ja johtimia ei ole irtoillut. Tarkastuksessa saadut tulokset kirjattiin tarkastuspöytäkirjaan



KUVA 69. Pistorasioiden liitokset on tehty hyvin

Pistorasioiden syötön automaattinen poiskytkentä testattiin pistokoeluentoisesti oikosulkuvirtamittauksella. Mittaus suoritettiin pistorasiaryhmien viimeisiltä kulutusposteilta. Lisäksi pistorasioilta tarkastettiin suojajohtimen jatkuvuus (kuva 70) niillä alueilla, joilla pistorasiaryhmät voitiin kytkeä jännitteettömiksi.



KUVA 70. Jännitteettömiltä pistorasiaryhmiltä mitattiin suojajohtimen jatkuvuus

Vanhoja pistorasiaryhmiä ei ole lisäsuojattu vikavirtasuojien avulla, mutta uusien taukoja sosiaalitilojen pistorasiaryhmät on suojattu. Taulukossa 11 on esitetty mittauksessa saatuja oikosulkuvirtamittauksissa saatuja tuloksia. Taulukkoon 12 on kerätty vikavirtasuojien koeistusmittauksissa saadut toimintavirrat ja laukaisuajat.

TAULUKKO 11. Pistorasiaryhmien viimeisiltä pisteiltä mitattuja oikosulkuvirtoja ja silmuimpedansseja

Pistorasiaryhmä, keskus	Oikosulkuvirta, A	Silmukkaimpedanssi, Ω
8, RK11	404	0,57
11, RK11	357	0,67
19, RK11	404	0,57
26, RK11	253	0,91
27, RK11	277	0,83
21.1, RK04	213	1,08
5.1, RK04	167	1,38
5.3, RK04	311	0,74

Ryhmäkeskuksen RK11 pistorasioita suojaavien sulakkeiden koko on 10 ampeeria. Pistorasiaryhmien johdotukset on tehty johdinpoikkipinnaltaan 1,5 mm² asennuskaapeleilla tai -johtimilla. Ryhmäkeskus RK04 on lisätty kiinteistöön 1986 sähkösanerauksen yhteydessä atk-laitteita varten. Ryhmäkeskus sijaitsee rakennuksen pohjakerroksessa ja keskukselta tulevat pistorasiaryhmäsyötöt on tehty johdinpoikkipinnaltaan 2,5 mm² kaapeleilla. Ryhmäsulake koko näillä pistorasiaryhmillä on 16 A.

Syötön automaattinen poiskytkentä toteutuu kaikilla testatuilla pistorasiaryhmillä. 10 ampeerin gG-sulakkeilta vaadittu pienin mitattu oikosulkuvirran arvo on 102,5 A ja 16 ampeerin sulakkeilla vastaava arvo on 137,5 A (liite 3 , taulukko 1). Ryhmäkeskuksen RK04 ryhmän 5.1 kohdalla etäisyys syöttävälle keskukselle on niin pitkä, että mittaustulos poikkeaa huomattavasti muista mitatuista ryhmistä

Suojajohtimen jatkuvuusmittauksessa saadut tulokset olivat hyviä. Yhdenkään pistorasiaryhmän kohdalla ei suojajohdinpiirin impedanssi ylittänyt kahta ohmia. Mittaukset suoritettiin pistorasiaryhmää syöttävän keskuksen PE-kiskon ja pistorasioiden väliltä.

TAULUKKO 12. Vikavirtasuojien toimintavirrat ja laukaisuaajat

Ryhmä, keskus	Vikavirtasuojan tiedot	Mitattu toimintavirta, mA	Mitattu laukaisuaika, ms
Keittiö PR, RK12	$I_n = 40 \text{ A}$, $I_{\Delta n} = 30 \text{ mA}$	21	18
Siivous PR, RK12	$I_n = 40 \text{ A}$, $I_{\Delta n} = 30 \text{ mA}$	18	18
WC Valaistus, RK12	$I_n = 25 \text{ A}$, $I_{\Delta n} = 30 \text{ mA}$	21	18

Taukotilojen keittiö- ja siivouspistorasiaryhmiä sekä sosiaalityötilojen pesuhuoneen valaistusryhmää suojaavien vikavirtasuojien toimintavirrat testattiin nousevalla vikavirralla. Taulukosta 12 voidaan nähdä, että kaikki vikavirtasuojat toimivat alle vikavirtasuojien nimellistoimintavirtojen suuruisilla virroilla. Lisäksi testattiin vikavirtasuojien laukaisuaajat nimellisellä toimintavirralla. Standardin mukainen vaadittu laukaisuaika kyseisille vikavirtasuojille on 300 ms (liite 4, taulukko 1). Kaikkien vikavirtasuojien laukaisuaika oli alle tämän.

Kiinteistön autolämmityspistorasiat on asennettu 70-luvulla ja ne ovat aikojensaotossa päässeet rapistumaan. Saatujen tietojen mukaan autolämmityspistorasioita ei ole käytetty

useaan vuoteen. Pistorasioiden sulakkeet oli irrotettu pääkeskukselta, mutta tutkimuksen ajaksi ne laitettiin paikalleen. Autolämmityspistorasiat ovat ulkoisesti huonossa kunnossa ja joidenkin pistorasioiden koteloiden kannet ovat halkeilleet. Yhden autolämmityspistorasiakotelon sisällä on todennäköisesti ollut ampieispesä (kuva 71).



KUVA 71. Autolämmityspistorasiakotelon sisältä löytyi ampieispesän jäänteitä

Joidenkin pistorasioiden maadoitusliuskat ovat pahasti hapettuneet ja kontakti maahan on huono. Maadoitetut pistorasiat, joista ei ole yhteyttä suojamaahan ovat hengenvaarallisia ja laittomia. Liuskoja jouduttiin rapsuttamaan, jotta saatiin tulos oikosulkuvirtamittauksessa. Mittaustulokset olivat hyviä ja syötön automaattinen poiskytkentä toteutuu. Autolämmityspistorasiat ovat kuitenkin tekniikaltaan vanhanaikaisia, koska niissä ei ole valmiina ajastin ominaisuutta.

5.3.5 Valaistusjärjestelmät (S25)

Valaistusjärjestelmien kuntotutkimuksella haluttiin varmistaa, että valaistuksen valaistusvoimakkuustasot työpisteillä (kuva 72) ovat suositusten mukaiset. Lisäksi haluttiin kartoittaa, missä elinkaaren vaiheessa ensimmäisen kerroksen loisteputkivalaisimet ovat.

Valaistusvoimakkuusmittaukset tehtiin CEM DT-1301 -luksimittarilla (kuva 26). Mittaukset suoritettiin aamulla, jotta auringonvalon vaikutus mittauksiin saatiin minimoitua. Mittaukset tehtiin ensimmäisen kerroksen tuotantotilojen työpisteiltä sekä toimistoista. Mittaustulokset kirjattiin tasopiirustuksen kopioon. Mittaukset suoritettiin tiloittain useasta pisteestä työtason korkeudelta.



KUVA 72. Tuotantotilan työpisteiden valaistusvoimakkuus tasot mitattiin

Kiinteistön ensimmäisessä kerroksessa on käytetty pääasiassa yhtä valaisinmallia, joka on neljäputkinen loisteputkivalaisin (kuva 73). Valaisimen tarkasta mallista ei ole tietoa, tai merkintää dokumenteissa. Valaisimet ovat alkuperäisiä vuodelta 1970 ja niissä on Helvarin liitälaitteet (kuristimet). Valaisimet on tarkoitettu 40 W loisteputkille. Käytössä olevat loisteputket ovat 36W/840 (kirkas valkoinen). Kaikki valaisimet kerroksessa ovat toimivia ja niitä on noin 100 kappaletta. Rakenteellisesti valaisimet ovat hyväkuntoisia. Valaisimien kuristimet alkavat todennäköisesti rikkoutua hiljalleen, mutta ikänsä puolesta valaisimet ovat erittäin hyvässä kunnossa. Valaistuksen ja valaistusjärjestelmien ais-tinvaraisesta tarkastuksesta on esitetty esimerkkipöytäkirja liitteessä 6.



KUVA 73. Valaisimissa on neljä loisteputkea, liitälaitetta ja sytytintä

Valaistusvoimakkuusmittauksessa saadut tulokset olivat hyviä. Elektroniikkateollisuudessa työpisteiden tulee olla hyvin valaistuja. Sisätilojen työkohteiden valaistus standardi SFS-EN 12464-1:2011 määrittelee, että piirilevyjen kokoonpanotyössä valaistusvoimakkuuden tulee olla vähintään 1000 luksia. Värinointindeksin suositellaan olevan 80. Tuotantotilojen osalta mittauksissa saadut luksiarvot vaihtelivat 650 ja 750 luksin välillä. Toimistotiloissa valaistusvoimakkuudet olivat 1100 luksin luokkaa. Valaistus oli, joka tilassa ja työpisteellä riittävän tasainen Tuotantotilojen valaistusvoimakkuustasot olivat riittävät, koska lähes kaikista valaisimista puuttui ainakin kaksi loisteputkea (kuva 74).



KUVA 74. Lähes jokaisesta valaisimesta puuttuu loisteputkia tai ne ovat rikkiäisiä

Loisteputkia on poistettu tai jätetty vaihtamatta säästösyistä ja jos tarvetta lisävalaistukselle on, valaisimiin voidaan laittaa puuttuvat loisteputket paikoilleen. Kiinteistössä on paljon suuria ikkunoita, joten luonnonvalo lisää valaistuksen voimakkuutta huomattavasti.

5.3.6 Muut järjestelmät (S7)

Kiinteistön ukkos- ja ylijännitesuojausta ei sen tarkemmin lähdetty tutkimaan. Kiinteistön maadoiduselektrodin kiinniolo kuitenkin tarkistettiin (kuva 75).



Kuva 75. Maadoituselektrodi on kiinnitettyä pääpotentiaalintasauskiskoon

Maadoituselektrodin on 16 mm² kupariköyttä ja se kulkee kiinteistön syöttökaapeliuojassa. Elektrodi oli hyvin kiinnitettyä pääpotentiaalintasauskiskoon.

5.4 Kuntotutkimuksen yhteenveto ja toimenpide-ehdotukset

Kiinteistön sähköenergian jakelu- ja käyttöjärjestelmät ovat ikäisikkeen hyvässä kunnossa ja pienien korjausten avulla ne saadaan loistavaan kuntoon. Suurimmat puutteet löytyvät järjestelmien dokumenteista, mutta tehdyn tutkimuksen avulla nekin saadaan päivitettyä.

Keskusten edustat ja keskustilat siivoamalla päästään eroon ylimääräisestä palokuormasta ja pääsy keskuksille helpottuu. Asennusreittien siisteyteen on syytä tulevaisuudessa kiinnittää huomiota ja ne kannattaa aika-ajoin puhdistaa pölystä ja liasta. Palo-osastoinnin toteutumiseen tulee tulevaisuudessa kiinnittää enemmän huomiota. Pääkeskustilan ja ilmanvaihtokonehuoneen läpiviennit sekä kerrosten väliset läpiviennit tulee vielä tarkastaa ja tiivistää palonkestäviksi, jotta kerros- ja käyttötapaosastointi toteutuu.

Keskukset ovat hyväkuntoisia, mutta uusia pistorasiaryhmiä varten ei niistä löydy vikavirtasuojia, joten tarpeen vaatiessa voidaan niihin joutua sellaisia lisäämään tai hankki-
maan uusia keskuksia, joissa on vikavirtasuojat valmiina. Kiinteistön sähköliittymän koko on aika-ajoin viety äärimilleen. Liittymän kokoa ei kuitenkaan kannata lähteä suurentamaan, koska tasaamalla vaiheiden kuormituksia saadaan vaihevirrattua pois päävarokkeiden ääriarajoilta.

Autolämmityspistorasiat koteloineen tulisi uusida, jos niitä halutaan käyttää tulevaisuudessa. Ainakin sellaiset autolämmityspistorasiat, joiden kotelot ovat halkeilleet ja pistorasioiden maadoitusliuskat ovat hapettuneet, tulee uusida välittömästi tai poistaa käytöstä.

Valaistusjärjestelmää ei tarvitse lähteä uusimaan, koska tilojen valaistus on riittävän hyvä ja valaisimet ovat rakenteellisesti ja teknisesti hyvässä kunnossa. Tulevaisuudessa kannattaa kuitenkin miettiä koko valaistusjärjestelmän uusimista energiatehokkaammaksi tai elektronisilla liitäntälaitteilla varustettujen valaisimien hankintaa. Valaistusjärjestelmän energiatehokkuutta voitaisiin parantaa esimerkiksi vakiovalosäädön avulla.

Kiinteistön sähkötekniikan järjestelmien dokumentit tulisi käydä tarkemmin läpi ja yrittää kasata sellainen dokumenttisarja, josta löytyy tämän hetkinen asennusten tilanne. Nousujohtokaavioon ja keskuskaavioihin tulisi muuttaa keskusten oikeat varoke- ja syöttökaapelikoot. Tasopiirustuksiin tulisi päivittää kaikki uudet asennukset. Lisäksi tasokuvat tulisi päivittää sellaisiksi, joista näkee kaikki rakennuksen huonetiloihin ja rakenteisiin tehdyt muutokset. Nämä edellä mainitut toimenpiteet saattavat edellyttää kuvien ja dokumenttien digitalisointia. (Osa kuvista on jo saatavilla digitaalisessa muodossa.)

6 POHDINTA

Opinnäytetyö onnistui tavoitteisiin nähden hyvin, ellei jopa loistavasti. Työn päätavoitteena oli tutustuttaa tämän opinnäytetyön laatija sähköteknisen kuntotutkimuksen kulkuun ja etenkin sähköenergian jakelu- ja käyttöjärjestelmille tehtäviin tarkastuksiin ja mittauksiin. Työn kautta opinnäytetyön laatijalle muodostui selkeä kuva siitä, minkälaisia asioita tarkastellaan ja mitä tehdään, kun sähköteknisten järjestelmien kuntoa tutkitaan. Aistinvaraisten tarkastusten ja sähköteknisten mittausten suorittamisesta opittiin paljon uusia asioita, kun niitä ensin puitiin teoriassa ja sen jälkeen sovellettiin käytännössä. Lopuksi tästä kaikesta vielä raportoitiin ja onnistunut kokonaisuus on kasassa.

Suurin ongelma työssä oli sen laajuus. Sähköenergian jakelu- ja käyttöjärjestelmät kattaa ison osan sähköisestä talotekniikasta, jolloin saatavilla olevan tiedon määrä on valtava. Lisäksi opinnäytetyön aiheeseen liittyvien standardien ja säädösten määrä on hyvin suuri. Oleellisten asioiden löytäminen oli siis haastavaa. Oikeat asiat kuitenkin löydettiin, kun ne käytiin pala kerrallaan läpi. Insinöörikoulussa opetetut asiat ja kouluvuosien varrella vastaan tulleet tiedonlähteet olivat suuressa roolissa työtä tehdessä. Koulussa opetuista asioista oli valtavasti hyötyä etenkin mittausten teoriaa käsiteltäessä.

Kohteeseen tehdyssä esimerkkikuntotutkimuksessa suurimman haasteen loivat kohteen dokumentit. Osa dokumenteista on tehty jo paljon ennen tämän opinnäytetyön laatijan syntymää ja niissä olevat merkinnät ja nimitykset olivat ajoittain outoja. Lisäksi dokumentteja ei ollut päivitetty uusien sähköasennusten myötä.

Työn tuloksena saatiin kerättyä paljon tietoa sähköenergian jakelu- ja käyttöjärjestelmien kuntotutkimuksesta. Kerätyn materiaalin ja tehtyjen dokumenttien pohjalta saadaan Sähkö-Raumalle kasattua hyvä tietopaketti tulevia kuntotutkimuksia varten. Esimerkki-kohteeseen tehdyn kuntotutkimuksen pohjalta voidaan kiinteistön järjestelmiä alkaa kehittää ja havaitut viat voidaan korjata.

Opinnäytetyönaihe oli kokonaisuudessaan erittäin mielenkiintoinen. Sähköteknisten kuntotutkimusten teettäminen tulee tulevaisuudessa varmasti yleistymään, koska korjausrakentamisen määrä kasvaa jatkuvasti. Toivottavasti myös tämän työn laatija pääsee soveltamaan oppejaan tulevaisuudessa.

LÄHTEET

Autio I., Härkönen P., Kauppila J., Reinikainen V., Saastamoinen A., Tiainen E. 2009. ST-käsikirja 34: Hyvä asennustapa sähkö- ja teletöissä. Espoo: Sähköinfo Oy.

D1-2012 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista. 2012. Espoo: Sähköinfo Oy.

E1 Rakennusten paloturvallisuus. Määräykset ja ohjeet 2002. Suomen rakentamismääräyskokoelma. Ympäristöministeriö, Asunto- ja rakennusosasto.

Hakamäki A., Lehtonen R. 2005. Sähkö- ja tietojärjestelmien kuntotutkimus -käsikirja. Espoo: Sähköinfo Oy

Henkilö- ja yritysarviointi SETI Oy. Sähkölaitteiston kuntotutkijan pätevyystodistus. Www-sivu. Luettu 2014. <http://www.seti.fi/index.php?k=20369>

Hovatta T., Kauppi V., Kauppila J., Koivisto P., Rasimus T., Reinikainen V., Tiainen E., Ylinen T. 2011. Sähköremontti. 3., uudistettu painos. Espoo: Sähköinfo Oy

Kuvaja K. 2012. ST-esimerkit 7: Sähkö- ja tietoteknisten järjestelmien kuntotutkimusraportti. Espoo: Sähköinfo Oy. Luettu 2014

Nurmi V-P., Simonen S. 2003. Sähköturvallisuuden varmistaminen. Helsinki: Otatieto. Oy Yliopistokustannus.

SFS 6002:2005. Sähkötyöturvallisuus. 2005. Helsinki: SESKO ry.

SFS-Käsikirja 600-1. Sähköasennukset pienjännitesähköasennukset. 2012. 1. painos. Helsinki: SESKO ry.

ST 97.00. 2005. Sähkö- ja tietojärjestelmien kuntotutkimus. Sähkötieto ry.

ST 97.10. 2005. Sähkö- ja tietojärjestelmien kuntotutkimus. Asennusreitit. Sähkötieto ry.

ST 97.20. 2005. Sähkö- ja tietojärjestelmien kuntotutkimus. Jakelujärjestelmät. Sähkötieto ry.

ST 97.25. 2005. Sähkö- ja tietojärjestelmien kuntotutkimus. Ukkos- ja ylijännitesuojaus. Sähkötieto ry.

ST 97.30. 2005. Sähkö- ja tietojärjestelmien kuntotutkimus. Laitteistojen sähköistys. Sähkötieto ry.

ST 97.40. 2005. Sähkö- ja tietojärjestelmien kuntotutkimus. Sähköliitäntäjärjestelmät. Sähkötieto ry.

ST 97.50. 2005. Sähkö- ja tietojärjestelmien kuntotutkimus. Valaistus ja valaistusjärjestelmät. Sähkötieto ry.

ST 97.65. 2005. Sähkö- ja tietojärjestelmien kuntotutkimus. Lämmityskaapelit. Sähkötieto ry.

Tekninen raportti CLC/TR 50480:2011. Johtimien poikkipinta-alojen määrittäminen ja suojalaitteiden valinta. 2011. CENELEC. Helsinki: SESKO ry.

Thermoworks. Emissivity Table. Luettu ja käännetty 2014.

http://www.thermoworks.com/emissivity_table.html

Tiainen E., Lehtonen R. 2002. Kuntotutkijan käsikirja. Espoo: Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto. Luettu 2014.

LIITTEET

Liite 1. S2010-Sähkönimikkeistö, suppea

1(2)

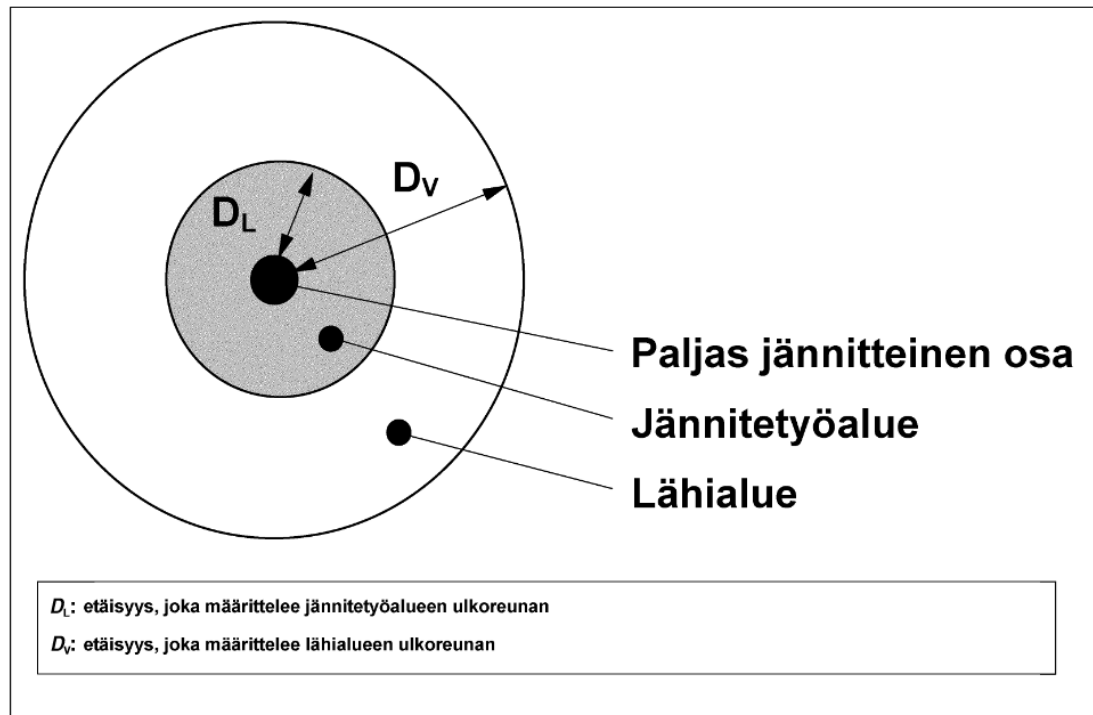
S2010-SÄHKÖNIMIKKEISTÖ, SUPPEA	
S SÄHKÖENERGIAN JAKELU- JA KÄYTTÖJÄRJESTELMÄT	
S1 ASENNUS- JA APUJÄRJESTELMÄT	
S110 Kaapelihyllyjärjestelmä	
S120 Johtokanavajärjestelmä	
S130 Lattiakanavajärjestelmä ja lattiakotelot	
S140 Ripustusjärjestelmä	
S150 Läpiviennit	
S160 Yhteiskäyttöiset putkitusjärjestelmät ja kaapelikaivot	
S170 Esitystekniikan apujärjestelmät	
S2 SÄHKÖNJAKELU JA SIIHEN LIITETYT KUORMITUKSET	
S21 SÄHKÖENERGIAN TUOTANTO JA LIITTÄMINEN	
S211 Sähköliittymä	
S212 Sähkön tuotantojärjestelmät ja -laitteistot	
S22 SÄHKÖENERGIAN PÄÄJAKELU	
S221 Keskiännitejakelujärjestelmä	
S222 Pääjakelujärjestelmä	
S23 LAITTEIDEN JA LAITTEISTOJEN SÄHKÖISTYS	
S231 Kiinteistön laitteiden ja laitteistojen sähköistys	
S232 LVI-laitteiden ja -laitteistojen sähköistys	
S233 Käyttäjän laitteiden ja laitteistojen sähköistys	
S24 SÄHKÖLIITÄNTÄJÄRJESTELMÄT	
S241 Pistorasiat	
S242 Kosketinkiskojärjestelmä	
S243 Jakelukiskojärjestelmä	
S244 Pistorasiapylväät	
S245 Autolämmityspistorasiat	
S246 Pistorasiakeskukset	
S247 Liitin- ja johtosarjajärjestelmä	
S25 VALAISTUSJÄRJESTELMÄT	
S251 Sisävalaistusjärjestelmä	
S252 Ulkovaalaistusjärjestelmä	
S253 Aluevalaistusjärjestelmä	
S254 Julkisivuvaalaistusjärjestelmä	
S255 Mainosvalaistusjärjestelmä	
S256 Esitysvalaistusjärjestelmä	
S26 SÄHKÖLÄMMITYSJÄRJESTELMÄT	
S261 Rakennuksen sähkölämmitysjärjestelmä	
S262 Lattialämmitykset	
S263 Sähkölämmitteiset ikkunat	
S264 Sadevesijärjestelmien lämmitykset	
S265 Putkistojen saattolämmitykset	
S266 Alueiden sulanapidot	
S3 TUOTANTOLAITTEIDEN SÄHKÖNJAKELU JA SÄHKÖISTYS	
S31 TUOTANTOLAITTEIDEN SÄHKÖENERGIAN LIITTÄMINEN JA TUOTANTO	
S32 TUOTANTOLAITTEIDEN SÄHKÖENERGIAN PÄÄJAKELU	
S321 Keskiännitejakelujärjestelmä	
S322 Pääjakelujärjestelmä	
S33 TUOTANTOLAITTEIDEN SÄHKÖISTYS	
S333 Tuotantolaitteiden ja -laitteistojen sähköistys	
S34 TUOTANTOLAITTEIDEN SÄHKÖLIITÄNTÄJÄRJESTELMÄT	
S341 Pistorasiat	
S343 Jakelukiskot	
S35 TUOTANNOLLISET VALAISTUKSET	
S351 Valaistukset	
S36 TUOTANNOLLISET LÄMMITYKSET	
S361 Lämmitykset	
S4 VARAVOIMAJÄRJESTELMÄ JA SIIHEN LIITETYT KUORMITUKSET	
S41 VARAVOIMAN TUOTANTO	
S412 Varavoiman tuotantojärjestelmät ja -laitteistot	
S42 VARAVOIMAN PÄÄJAKELU	
S422 Pääjakelujärjestelmä	
S43 VARAVOIMAAN LIITETTYJEN LAITTEIDEN JA LAITTEISTOJEN SÄHKÖISTYS	
S431 Laitteiden ja laitteistojen sähköistys	
S44 VARAVOIMAAN LIITETYT SÄHKÖLIITÄNTÄJÄRJESTELMÄT	
S441 Pistorasiat	
S45 VARAVOIMAAN LIITETYT VALAISTUSJÄRJESTELMÄT	
S451 Valaistukset	
S46 VARAVOIMAAN LIITETYT LÄMMITYSJÄRJESTELMÄT	
S461 Lämmitykset	
S5 UPS-JAKELUJÄRJESTELMÄ JA SIIHEN LIITETYT KUORMITUKSET	
S51 UPS-JAKELUN TUOTANTOJÄRJESTELMÄT JA -LAITTEISTOT	
S512 UPS-laitteet ja laitteistot	
S52 UPS-PÄÄJAKELU	
S522 Pääjakelujärjestelmä	
S53 UPS-JAKELUUN LIITETTYJEN LAITTEIDEN SÄHKÖISTYS	
S531 Laitteiden ja laitteistojen sähköistys	
S54 UPS-JAKELUUN LIITETYT SÄHKÖLIITÄNTÄJÄRJESTELMÄT	
S541 Pistorasiat	
S55 UPS-JAKELUUN LIITETYT VALAISTUSJÄRJESTELMÄT	
S551 Valaistukset	
S6 TURVAVALAISTUSJÄRJESTELMÄT	
S61 POISTUMISVALAISTUS	
S610 Poistumisvalaistusjärjestelmä	
S62 VARAVALAISTUS	
S620 Varavaalaistusjärjestelmä	
S63 HÄTÄVALAISTUS	
S630 Hätävalaistusjärjestelmä	
S7 MUUT JÄRJESTELMÄT	
S710 Ukkossuojausjärjestelmä	
S720 Häiriötön potentiaalintasausjärjestelmä	

(ST 70.12 S2010-Sähkönimikkeistö 2012, 70)

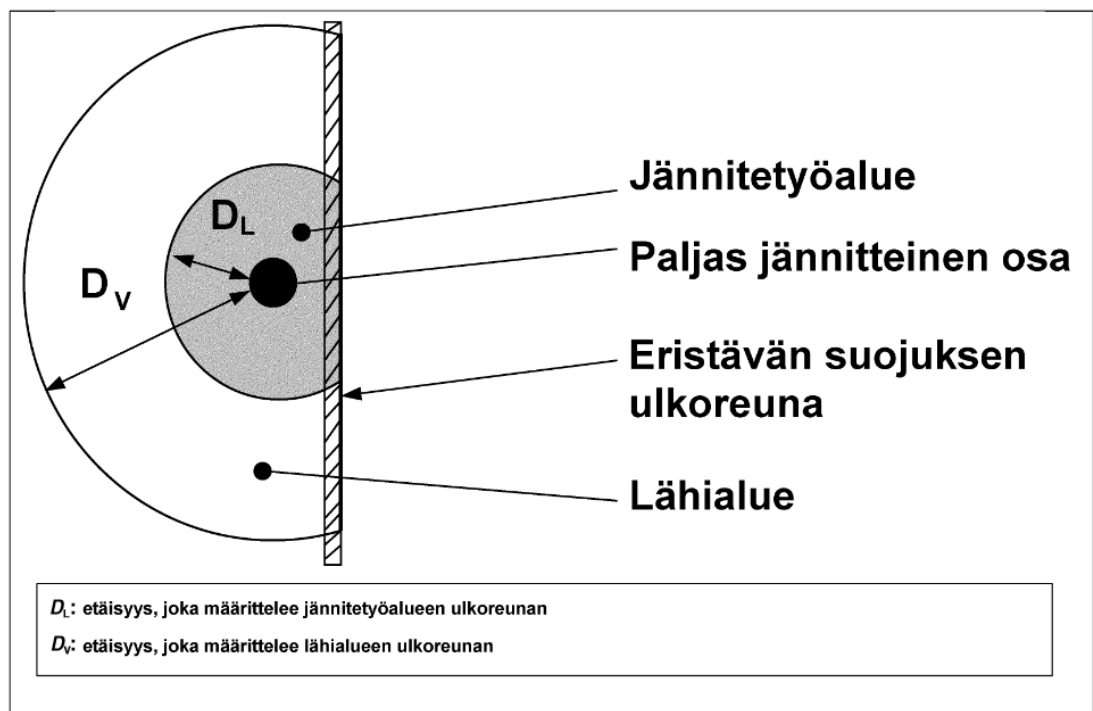
T	TIETOTEKNISET JÄRJESTELMÄT	T5	TILATURVALLISUUSJÄRJESTELMÄT
T1	VIESTINTÄ- JA TIETOVERKKOJÄRJESTELMÄT	T510	Sähkölukitusjärjestelmä
T110	Antennijärjestelmä	T520	Kulunvalvontajärjestelmä
T120	Äänentoisto- ja kuulutusjärjestelmä	T530	Murtoilmaisujärjestelmä
T130	Yleiskaapelointijärjestelmä	T540	Ryöstöilmaisujärjestelmä
T140	Puhelinjärjestelmä	T550	Kameravalvontajärjestelmä
T150	Ovipuhelinjärjestelmä	T560	Monivalvontajärjestelmä
T160	Lähiverkkojärjestelmä	T570	Henkilöturvallisuusjärjestelmä
T2	TILAKOHTAISET KUVA- JA ÄÄNIJÄRJESTELMÄT	T580	Paikannusjärjestelmä
T210	AV-järjestelmä	T6	PALOTURVALLISUUSJÄRJESTELMÄT
T220	Kuvanesitysjärjestelmä	T610	Paloilmoitinjärjestelmä
T230	Esitysäänentoistojärjestelmä	T620	Palovaroitinjärjestelmä
T240	Kuulolaitejärjestelmä	T630	Savunpoiston ohjaus- ja valvontajärjestelmä
T250	Konferenssijärjestelmä	T640	Palopeltien ohjaus- ja valvontajärjestelmä
T260	Videoneuvottelujärjestelmä	T650	Savusulkujärjestelmä
T3	MERKINANTO- JA KUTSUJÄRJESTELMÄT	T660	Palo-ovien ohjaus- ja valvontajärjestelmä
T310	Ovikellojärjestelmä	T670	Poistumishälytys- ja turvakuulutusjärjestelmä
T320	Varattuvalojärjestelmä	T7	VIRANOMAISJÄRJESTELMÄT
T330	Sisäänpyyntöjärjestelmä	T710	Viranomaisviestijärjestelmä
T340	Avunpyyntöjärjestelmä	T720	Väestönsuojeluhälyttimet
T350	Kutsujärjestelmä	T8	AUTOMAATIO- JA MITTAUSJÄRJESTELMÄT
T360	Vuoronumerojärjestelmä	T810	Rakennusautomaatiojärjestelmä
T370	Hoitajakutsujärjestelmä	T820	Tuotannon automaatiojärjestelmä
T4	TIEDOTUS- JA NÄYTTÖJÄRJESTELMÄT	T830	Käyttöveden mittausjärjestelmä
T410	Ajannäyttöjärjestelmä	T840	Sähköenergian mittausjärjestelmä
T420	Informaatiopalvelujärjestelmä	T850	Lämmön mittausjärjestelmä
T430	Opastevalojärjestelmä		
T440	Säätilanäyttöjärjestelmä		
T450	Ajanotto- ja tulospalvelujärjestelmä		

Liite 2. Jännitetyöalueen rajat

1(2)



Kuva 1 Työskentelymenettelyihin liittyvät alueet ja etäisyydet



Kuva 2 Jännitetyöalueen ja lähialueen rajoitus käyttämällä eristävää suojusta

(SFS 6002:2005, 32–33)

Taulukko Y.1 Suomessa noudatettavat jännitetyöalueen ulkorajan mitat

Nimellisjännite U_N kV	Jännitetyöalueen ulkorajan mitta ¹⁾ D_{L1} m	Jännitetyöalueen ulkorajan mitta ilmajohdoilla ²⁾ D_{L2} m
≤ 1	0,2 (0,05)	0,5
3	0,22	1,5 (1,0)
6	0,25	1,5 (1,0)
10	0,35	1,5 (1,0)
20	0,4	1,5 (1,0)
30	0,56	1,5 (1,0)
45	0,63	1,5 (1,0)
110	1,0	1,5 (1,2)
220	1,6	2,0
400	2,5	3,5
¹⁾ Jännitetyöalueen ulkorajan mitan pienentäminen pienjännitteellä, ks. edellä oleva teksti ²⁾ Ilmajohdoilla suluissa oleva arvo tarkoittaa etäisyyttä suoraan jännitteisen osan alapuolella.		

(SFS 6002:2005, 46)

Taulukko Z.1 Lähialueen ulkomitta D_V arvot eri jännitteillä muilla kuin ilmajohdoilla

Nimellisjännite U_N kV	≤ 1	3	6	10	20	30	45	110	220	400
Lähialueen ulkomitta D_V m	0,7	1,2	1,2	1,4	1,4	1,6	1,6	2,0	3,6	4,5

(SFS 6002:2005, 55)

Liite 3. Pienimpiä toimintavirtoja sulakkeille ja johdonsuojakatkaisijoille

Pienimmät toimintavirrat gG-sulakkeille				
Nimellisvirta / A	gG-sulake (0,4s) / A	Vaadittu mitattu arvo / A	gG-sulake (5,0s) / A	Vaadittu mitattu arvo / A
2	16	20	9	11,3
4	32	40	18	22,5
6	46,5	58,2	28	35
10	82	102,5	46,5	58,2
16	110	137,5	65	81,3
20	145	181,3	85	106,3
25	180	225	110	137,5
32	270	337,5	150	187,5
35			165	206,3
40	315	393,8	190	237,5
50	470	587,5	250	312,5
63	550	687,5	320	400
80	840	1050	425	531,3
100	1000	1250	580	725
125	1450	1812,5	715	893,8
160	1600	2000	950	1187,5
200	2100	2625	1250	1562,5
250	2800	3500	1650	2062,5
315	3700	4625	2200	2750
400	4800	6000	2840	3550
500	6400	8000	3800	4750
630	8500	10625	5100	6375

Pienimmät toimintavirrat johdonsuojille				
Nimellisvirta / A	B (0,4s / 5,0s) / A	Vaadittu mitattu arvo / A	C (0,4s / 5,0s) / A	Vaadittu mitattu arvo / A
6	30	37,5	60	75
10	50	62,5	100	125
16	80	100	160	200
20	100	125	200	250
25	125	156,3	250	312,5
32	160	200	320	400
50	250	312,5	500	625
63	315	393,8	630	787,5
80	400	500	800	1000
125	625	781,3	1250	1562,5

Liite 4. Vikavirtasuojien standardin mukaiset laukaisuajat

TAULUKKO 1. Vikavirtasuojien standardin mukaiset laukaisuajat.

Tyyppi	I_n , [A]	$I_{\Delta n}$, [A]	Standardinmukaiset pisimmät laukaisuajat ja lyhimät ajat, joilla laite ei toimi (s), kun vikavirta (I_{Δ}) on				
			$I_{\Delta n}$	$2I_{\Delta n}$	$5I_{\Delta n}$ (1)	500 A	
Yleinen tyyppi	Kaikki arvot	Kaikki arvot	0,3	0,15	0,04	0,04	Pisin laukaisu aika
S-tyyppi	≥ 25	$> 0,030$	0,5	0,2	0,15	0,15	Pisin laukaisu aika
			0,13	0,06	0,05	0,04	Lyhin aika, jolla laite ei toimi

(1) Yleistyyppisellä vikavirtasuojalla, joka on tarkoitettu ainoastaan pistorasioiden yhteyteen ja yleistyypisellä vikavirtasuojalla, jonka nimellistoimintavirta $I_{\Delta n} \leq 30$ mA, voidaan käyttää arvoa 0,25 A vaihtoehtoisesti arvon $5I_{\Delta n}$ kanssa.

(D1-2012 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista 2012, 245)

TAULUKKO 2. A-tyypin vikavirtasuojan toiminta-arvot käytettäessä testauksessa pulssimaista tasavirtaa.

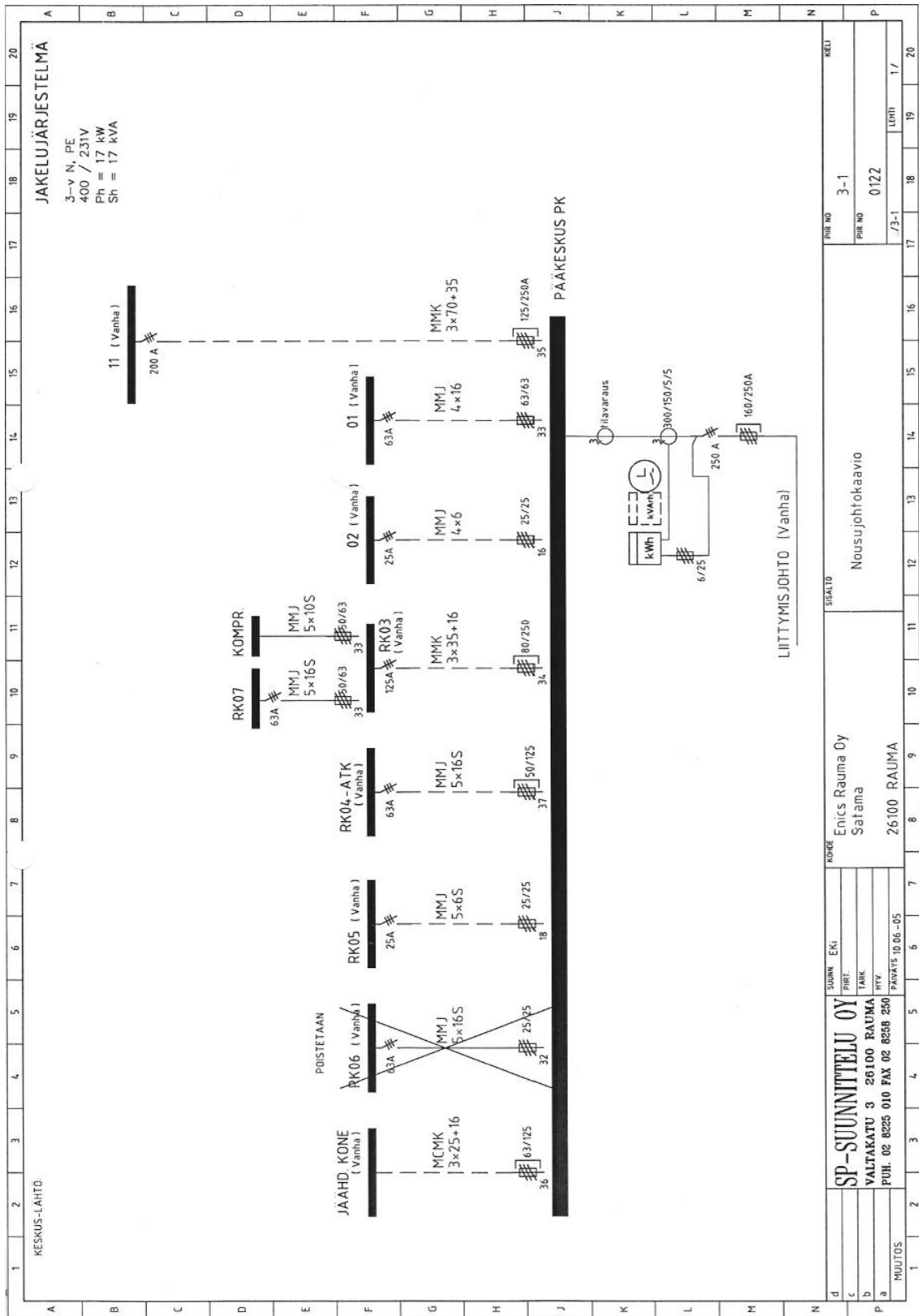
Viivakulma α	Toimintavirta, [A]	
	Alempi raja-arvo	Ylempi raja-arvo
0	$0,35 I_{\Delta n}$	$1,4 I_{\Delta n}$ ($2 I_{\Delta n}$, kun $I_{\Delta n} < 30$ mA)
90	$0,35 I_{\Delta n}$	
135	$0,35 I_{\Delta n}$	

(D1-2012 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista 2012, 246)

Käytettäessä puoliaaltotasasuunnattua testivirtaa, jonka laukaisukulma on 0 astetta, voi toimintavirta vaihdella välillä 10,5–42 mA.

(D1-2012 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista 2012, 246)

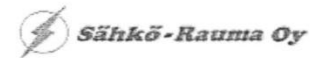
Liite 5. Kiinteistön nousujohtokaavio



Liite 6. Aistinvaraisen tarkastuksen esimerkkipöytäkirjoja

1(3)

SÄHKÖTEKNINEN KUNTOTUTKIMUS: TARKASTUSPÖYTÄKIRJA



ASENNUSREITIT: JOHTOTIET	
Kohde: KIINTEISTÖ, KOMPPI, RAUMA	
Tila: TUOTANTOTILA	
Käyttötarkoitus: SÄHKÖ- JA TELEVIITÄNTÄJÄRJESTELMIEN SÄHKÖISTYS	
Johtotien tyyppi	
Kaapelihylyly <input type="checkbox"/>	Kaapelihylylyn tyyppi: _____
Ripustuskisko <input type="checkbox"/>	Ripustuskiskon tyyppi: _____
Johtokanava <input checked="" type="checkbox"/>	Johtokanavan tyyppi: VANHA, 70-LUVULTA
Materiaali	
Teräs <input checked="" type="checkbox"/>	
Alumiini <input type="checkbox"/>	
Muovi <input type="checkbox"/>	
Muu <input type="checkbox"/>	Mikä? _____
Tarkastukset	Havainnot
Kiinnitykset <input checked="" type="checkbox"/>	TUKEVASTI KIINNITETTY
Kuormitettavuus <input checked="" type="checkbox"/>	KESTÄÄ KUORMITUSTA (KEHON PAINOLLA TESTATTU)
Pintakäsittely <input checked="" type="checkbox"/>	EI SUUREMPIA RAAPPEITA, MAALIPINNAT OK
Tilareservi <input checked="" type="checkbox"/>	EI TILAA UUSILLE ASENNUKSILLE
Vauriot <input checked="" type="checkbox"/>	EI VAURIOITA
Muut havainnot: -	
Päivämäärä: 24.3.2014	Tarkastuksen tekijä: JOONAS HYPPIÄ

SÄHKÖTEKNINEN KUNTOTUTKIMUS: TARKASTUSPÖYTÄKIRJA



JAKELUJÄRJESTELMÄT: KESKUKSET		
Kohde: KIINTEISTÖ, KOMPPI, RAUMA		
Sijainti kohteessa: PÄÄKESKUSTILA		
Keskus: PÄÄKESKUS	Syöttökaapeli: AXMK 4x70S + VANHA SELO Sulakekoko: 3 x 100 A , 3G	
Keskuksen rakenne		
Kotelointi	Valmistusmateriaali	Muuta:
Avoin <input type="checkbox"/>	Teräslevy <input checked="" type="checkbox"/>	
Kehikko <input checked="" type="checkbox"/>	Muovi <input type="checkbox"/>	
Kotelo <input type="checkbox"/>	Bakeliitti <input type="checkbox"/>	
Kenno <input type="checkbox"/>	Marmori <input type="checkbox"/>	
Muu <input type="checkbox"/>	Muu <input type="checkbox"/>	
Keskuksen kiinnitys		
Asennuspaikka	Kiinnitystapa	Muuta:
Seinä <input checked="" type="checkbox"/>	Sidekisko <input type="checkbox"/>	
Lattia <input type="checkbox"/>	Jalusta <input type="checkbox"/>	
Katto <input type="checkbox"/>	Ripustus <input checked="" type="checkbox"/>	
	Joustava kiinnitys <input type="checkbox"/>	
	Muu <input type="checkbox"/>	
Tarkastukset	Puutteet ja havainnot	
Kiinnitys <input checked="" type="checkbox"/>	TUKEVA	
Tiiveys <input checked="" type="checkbox"/>	OK, KESKUKSEN SISÄÄN KERTYNYT PÖLYÄ	
Kosketussuojaus <input checked="" type="checkbox"/>	TOTEUTTU	
Pintakäsittely <input checked="" type="checkbox"/>	EI JÄLKÄÄ	
Yleinen siisteys <input checked="" type="checkbox"/>	HYVA	
Merkinnät <input checked="" type="checkbox"/>	LUNNOSKILPI PUUTTU, SYÖTTÖKAAPELIN TIEDOT PUUTTU	
Suojalaitteet <input checked="" type="checkbox"/>	KUNNOSSA	
Mittarit <input checked="" type="checkbox"/>	OK	
Merkkilamput <input checked="" type="checkbox"/>	TÖMIIKIA	
Muut laitteet <input checked="" type="checkbox"/>	OK	
Liittimet <input checked="" type="checkbox"/>	EI LÄMMÖN AIHEUTTAMIA VAURIOITA	
Sisäinen johdotus <input checked="" type="checkbox"/>	SIISTI	
Kiskotot <input checked="" type="checkbox"/>	KUNNOSSA	
Liityvät kaapeloinnit <input checked="" type="checkbox"/>	KUNNOSSA	
Dokumentit <input checked="" type="checkbox"/>	KESKUSKAAVION TIEDOT PÄIVITÄMÄTTÄ	
Muut havainnot: -		
Päivämäärä: 24.3.2014	Tarkastuksen tekijä: JONAS HYPPIÄ	

SÄHKÖTEKNINEN KUNTOTUTKIMUS: TARKASTUSPÖYTÄKIRJA



VALAISTUS JA VALAISTUSJÄRJESTELMÄT	
Kohde:	KIINTEISTÖ, KOMPPI, RAUMA
Tila:	TUOTANTOTILAT
Järjestelmä:	YLEISVALAISTUS
Valaisintyyppi:	4 x 40W LOISTEPUTKI
Lampputyyppi:	38W/840 LOISTEPUTKI, PHILIPS
Ohjaustapa:	KYTKIN-KONTAKTORI-OHJAUS
Havainnot:	<ul style="list-style-type: none"> - VALAISIMET RAKENTEELLISET HYVÄSSÄ KUNNOSSA - LOISTEPUTKIA PALANUT TAI PUUTTU - KAIKKI VALAISIMET TEKNISESTI TOIMIVIA - OHJAUSKYTKIMET KUNNOSSA, KONTAKTORIT EIVÄT HURISE JA KYTKENTÄ-ÄÄNET NORMAALEJA
Päivämäärä:	24.3.2014
Tarkastuksen tekijä:	JOONAS HYÖPÖLÄ

Liite 7. Pääkeskuksen perussuureiden mittauksen pöytäkirja

SÄHKÖTEKNINEN KUNTOTUTKIMUS: TARKASTUSPÖYTÄKIRJA



JAKELUJÄRJESTELMÄT: KESKUKSET JA RYHMÄT						
Kohde: KUNTEISTÖ, KOMAPI, RAUMA						
Sijainti kohteessa: PÄÄKESKUSTILA, POHJAKERROS						
Keskus: PÄÄKESKUS						Syöttökaapeli: AXMK 4x70S + X
						Sulakekoko: 3x100 A, 96
Ryhmä: PÄÄVAROKKEET						Syöttökaapeli:
						Sulakekoko:
Mittalaite: CEM DT-3353 - khopiltimittari						
Ajankohta (klo)	10.00	14.00		8.30	14.00	
Vaihejännite L1 (V)	228	230		229	230	
Taajuus L1 (Hz)	50	50		50	50	
Vaihejännite L1 (V)	227,5	229		227	229	
Taajuus L2 (Hz)	50	50		50	50	
Vaihejännite L3 (V)	228,8	229,3		229	230	
Taajuus L3 (Hz)	50	50		50	50	
Vaihevirta L1 (A)	58,5	55		76,6	56,3	
Vaihevirta L2 (A)	79,5	74,5		102	75,2	
Vaihevirta L3 (A)	55,9	52		76	53,6	
Vaihepäätöteho L1 (kW)	13,65	13,02		12,3	13,30	
Kulma L1				23,8		
Vaihepäätöteho L2 (kW)	18,30	17,38		23,8	17,50	
Kulma L2						
Vaihepäätöteho L3 (kW)	12,47	11,81		16,2	12,01	
Kulma L3						
Kokonaispäätöteho (kW)	42,51	38,41		42,41	39,01	
Kokonaisteho (kVA)	42,82	38,64		42,75	39,33	
Vaiheiloisteho L1 (kVAR)	2,08	2,60		2,7	2,55	
Vaiheiloisteho L2 (kVAR)	0,54	0,01		1,29	0,05	
Vaiheiloisteho L3 (kVAR)	0,29	0,30		1,40	0,29	
cos fii L1	0,97	0,98		0,98	0,98	
cos fii L2	0,99	0,99		0,98	0,99	
cos fii L3	0,99	0,99		0,98	0,99	
Energiankulutus L1 (kWh)						
Energiankulutus L2 (kWh)						
Energiankulutus L3 (kWh)						
Päivämäärä: 24-25.3.2014			Tarkastuksen tekijä: JOONAS HYPPÖLÄ			

Liite 8. Vaihepätö- ja vaiheloistehomittausten tuloksia

1(2)

TAULUKKO 1. Ryhmäkeskuksen RK03 vaihepätö- ja vaiheloistehot sekä tehokertoimet ensimmäisen mittauspäivän aamupäivällä

Keskus, vaihe	Pätöteho, kW	Loisteho, kVAr	Tehokerroin, $\cos\phi$
RK03, L1	2,86	1,15	0,96
RK03, L2	4,64	0,79	0,98
RK03, L3	2,76	1,59	0,90
Yhteensä	10,26	3,53	

TAULUKKO 2. Ryhmäkeskuksen RK-IV vaihepätö- ja vaiheloistehot sekä tehokertoimet ensimmäisen mittauspäivän aamupäivällä

Keskus, vaihe	Pätöteho, kW	Loisteho, kVAr	Tehokerroin, $\cos\phi$
RK-IV, L1	0,94	0,09	0,99
RK-IV, L2	1,51	0,23	0,99
RK-IV, L3	1,36	0,60	0,88
Yhteensä	3,84	0,92	

TAULUKKO 3. Ryhmäkeskuksen RK11 vaihepätö- ja vaiheloistehot sekä tehokertoimet ensimmäisen mittauspäivän aamupäivällä

Keskus, vaihe	Pätöteho, kW	Loisteho, kVAr	Tehokerroin, $\cos\phi$
RK11, L1	3,94	3,01	0,79
RK11, L2	5,42	3,03	0,87
RK11 L3	4,01	3,01	0,79
Yhteensä	13,37	9,05	

TAULUKKO 4. Ryhmäkeskuksen RK12 vaihepätö- ja vaiheloistehot sekä tehokerroimet ensimmäisen mittauspäivän aamupäivällä

Keskus, vaihe	Pätöteho, kW	Loisteho, kVAr	Tehokerroin, cosφ
RK12, L1	1,40	0,45	0,95
RK12, L2	1,00	0,42	0,91
RK12, L3	0,80	0,70	0,73
Yhteensä	3,20	1,57	

TAULUKKO 5. Ilmanvaihdon jäähdytyskoneen vaihepätö- ja vaiheloistehot sekä tehokerroimet ensimmäisen mittauspäivän aamupäivällä

Keskus, vaihe	Pätöteho, kW	Loisteho, kVAr	Tehokerroin, cosφ
IV-Jäähdytys, L1	4,95	3,76	0,64
IV-Jäähdytys, L2	4,34	3,60	0,62
IV-Jäähdytys, L3	5,5	4,35	0,64
Yhteensä	14,79	11,71	