

SÄHKÖLAITTEISTOJEN LÄMPÖKUVAAJAN PÄTEVYYSVAATIMUKSET JA LÄMPÖKUVAUSYRITYKSEN HYVÄKSYNTÄ

1 Esipuhe

Merkittävä osa tulipaloista saa alkunsa sähköasennuksista tai sähkölaitteista joko vikaantumisen tai käyttövirheen seurauksena. Sähkölaitteiston määräaikaistarkastusten lisäksi sähkölaitteistoja tulee korjata ja huoltaa niin, ettei niistä aiheudu kenenkään hengelle, terveydelle tai omaisuudelle vaaraa. Sähkölaitteiston lämpökuvauksen avulla on mahdollista huomata mm. piileviä vikoja ja paloriskejä, jotka toteutuessaan saattavat aiheuttaa liiketoiminnan keskeytymisen.

Tämä asiakirja koskee sähkölaitteistojen lämpökuvausta. Lämpökuvausta käytetään esimerkiksi sähkölaitteiden lämpötilaerojen mittaamiseen. Luotettava sähkölaitteiston lämpökuvaus edellyttää tekijältään kokemusta ja asianmukaisia taitoja. Tämä asiakirja perustuu osin Tanskan Paloteknisen Instituutin (DBI) ohjeeseen, jonka on kirjoittanut Ib Bertelsen DBI:stä. Sähkölaitteiston lämpökuvaajan pätevyysvaatimuksia ja lämpökuvaus yritysten hyväksynnän määrittelyjen laadinnassa on ollut mukana Henkilö- ja yritysarviointi SETI Oy, Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry, Sähkötarkastusyhdistys SÄTY ry, lämpökameravalmistajien edustajana Fluke Finland Oy ja Finanssiala ry. Alkuperäinen ohje on koottu CFPA Europe (The Confederation of Fire Protection Association Europe) guideline: sta komissiossa ja hyväksytty käyttöön kaikissa CFPA Europen jäsenliitoissa. Suomen jäsenliitto on SPEK (Suomen Pelastusalan Keskusjärjestö).

Asiakirja on muokattu Suomen olosuhteisiin, suurimman eron liittyessä koulutautumiseen. Suomessa pätevytyminen pohjautuu riittävän ammattitaidon ja työkokemuksen lisäksi kirjallisen kokeen ja näyttökokeen hyväksytyyn läpäisyyn.

2 Johdanto

Vialliset tai ylikuormittuneet sähkölaitteet voivat ylikuumentua tai mennä oikosulkuun, mistä voi seurata tulipalo. Vikatilat lisäävät myös tuotannon keskeytymisen riskiä. Jos ne huomataan aikaisessa vaiheessa, voidaan välttyä omaisuusvahingoilta tai jopa ihmishenkien menetykseltä. Lämpökuvauslaitteiston avulla on mahdollista paikantaa ja korjata sähkölaitteiden ja virtapiirien kuumat kohdat, mutta tämä edellyttää, että laitteiston käyttäjällä on asianmukainen koulutus ja kokemusta lämpökuvauksesta.

Lämpökuvaajapätevyudessa on kysymys vapaaehtoisesta pätevyyden osoittamisesta. Lämpökuvaajaksi pätevyitynyt henkilö on riittävän ammattitaitoinen suorittamaan sähkölaitteen lämpökuvauksen oikeaoppisesti ja tehokkaasti. Lämpökuvauksen ensisijainen tavoite on löytää ylikuumenneet osat ja sitä kautta ehkäistä palon syttyminen. Lämpökuvaus ei korvaa lakisääteistä määräaikaistarkastusta, mutta se soveltuu hyvin määräaikaistarkastuksen yhteydessä tehtäväksi.

3 Yleistä sähkölaitteiston lämpökuvauksesta

Lämpökuvaajan tulee tuntea lämpökuvauslaitteiston (lämpökamerat ja muut käsimittarit) toiminta ja hänen tulee osata käsitellä laitteistoa niin, että kuvauksesta saadut tulokset ovat luotettavia. Kuvaajan tulee osata arvioida laitteiston tekniset valmiudet, diagnosoida ja tulkita mittaustuloksissa mahdollisesti esiintyvä vaihtelu, sekä arvioida onko laitteisto asianmukaisesti kalibroitu. Lämpökuvaajan tulee kyetä valitsemaan lämpökuvauslaitteisto, joka täyttää luvussa 6 asetetut vaatimukset.

Lämpökuvaajan tulee hallita sähkötekniikan perusteet sekä tuntea kuvattavissa kohteissa olevat sähkötekniiset komponentit. Hänen tulee tietää eri sähköisten komponenttien normaalit käyttölämpötilat ja milloin komponentin lämpötila ei ole normaali. Hänen tulee tietää syyt, mistä lämpötilaerot eri komponenttien välillä voi johtua. Lämpökuvaajan tulee pystyä pääättelemään lämpökuvauksen perusteella, milloin laitteistossa on vika ja mikä vian aiheutt

4 Pätevöinnin vaatimukset

4.1 Yleiset vaatimukset

Pätevyys todennetaan noudattamalla soveltuvin osin standardia EN ISO/IEC 17024/2003 (Yleiset vaatimukset henkilösertifiointia varten perustetuille elimille).

4.2 Lämpökuvaustutkinto

Lämpökuvaustutkinto on tarkoitettu LK-pätevyyttä hakeville henkilöille, jotka ovat perehtyneet riittävästi sähkölaitteiden lämpökuvaukseen. Tutkintoon osallistujan tulee todistaa henkilöllisyytensä. Tutkinnossa tulee olla mukana lämpökamera ja pihtiampeerimittari.

Tutkinnon suorittajan tulee läpäistä kirjallinen teoriakoe ja osoittaa lämpökameran käytön hallinta koelaitteistoon tehtävässä lämpökuvauksessa sekä sen perusteella tehtävien oikeiden johtopäätösten kirjaaminen lämpökuvausraporttiin.

Hyväksytysti suoritettu lämpökuvaustutkinto on voimassa vuoden allekirjoituspäivämäärästä, jonka aikana lämpökuvauspätevyys on haettava. Ennen 15.11.2020 suoritettujen lämpökuvaustutkintojen voimassaoloa ei muuteta taannehtivasti ja suoritettut tutkinnot ovat voimassa todistusten mukaisesti. Kokeen hylätyn osion voi uusua kerran. Jos uusittu osio on edelleen hylätty, on koko tutkinto uusittava.

Lämpökuvaajan kokeessa hallittavat teoria ja käytännön asiat

Termodynamiikka ja säteily

- lämmönsiirron fysiikka: konduktio (johtuminen), konvektio (kulkeutuminen), säteily
- termodynamiikan pääsäännöt (emissio, läpäisy, heijastuma)
- sähkömagneettinen spektri.

Infrapunamittaustekniikat

- kuvien tulkinta
- lämpötilan mittaustulokset; ympäristötekijöiden vaikutukset
- tarkkuus; virheellisten mittaustulosten mahdollisuus ja aiheuttajat
- laitteiston tekniset valmiudet ja rajoitukset

- laitteiston mittausperiaate.

Lämpökuvauksessa käytetyn laitteiston yleinen toiminta

- erityyppiset laitteet
- mittausalue
- tarkennus
- laitteiston kalibroinnin tarkistaminen.

Yleiskuva lämpökuvauksen sovelluksista

- miten erilaisten lämpösäteilyilmiöiden avulla voidaan tarkistaa järjestelmän tila ja kunto
- sähkölaitteiden lämpökuvauksen perusteet
- kuvattavien sähköisten komponenttien ja niiden toimintalämpötilojen tunteminen
- tyypillisten vikojen diagnosointi ja arviointi.
- henkilön yleinen toiminta lämpökuvaustilanteessa

Virran mittaus

- on ymmärrettävä ja osattava tulkita kuormitusvirran vaikutukset
- tulee olla käytettävissä virran mittaukseen soveltuvat mittalaitteet

Raportointi

- raportin osat ja sisältö
- arkistointi.

4.3 Pätevyystodistus

Sähkölaitteiston lämpökuvaajan pätevyystodistuksen myöntää Henkilö- ja yritysarviointi SETI Oy. Pätevyystodistuksen saamiseksi hakijan tulee toimittaa:

- osoitus sähköturvallisuuslain (1135/2016) 73 § edellyttämästä kelpoisuudesta tehdä itsenäisesti sähkötöitä (sähköpätevyystodistus tai sähköalan koulu- ja työtodistukset)
- osoitus voimassa olevasta SFS 6002 sähkötyöturvallisuuskoulutuksesta (kurssitodistus tai sähkötyöturvallisuuskortti)
- osoitus voimassa olevasta vähintään hätäensiapukoulutuksesta (kurssitodistus tai ensiapukortti)
- todistus hyväksytysti suoritetusta LK-tutkinnosta
- raportti yhdestä kuvaamastaan riittävän laaja-alaisesta lämpökuvauskohteesta, jotta pätevyyttä hakevan henkilön ammattitaidosta saadaan riittävän hyvä käsitys. Riittävän laaja-alaiseksi voidaan katsoa esimerkiksi vähintään 2–3 keskusta, joihin kuvaus suoritetaan, tai tapauskohtaisesti yksi riittävän laaja keskus. Raportin sisältövaatimukset on kuvattu kappaleessa 7.

Pätevyystodistus on voimassa 5 vuotta. Pätevyystodistus uusitaan, kun hakija täyttää kohdan 4.5 vaatimukset. Uusintaa varten ei tarvitse suorittaa lämpökuvaustutkintoa.

4.4 Pätevyyden ylläpito

Pätevyystodistuksen omaavan henkilön tulee ylläpitää ammattitaitoaan. Lisäksi hänen tulee huolehtia, että SFS 6002 ja ensiapukoulutus ovat voimassa. Ensiapukoulutukseksi hyväksytään hätäensiapukoulutus ja sitä laajemmat koulutukset.

4.5 Pätevyden uusiminen

Uusimisen yhteydessä henkilön tulee toimittaa SETI Oy:lle:

- todistus voimassa olevasta SFS 6002 koulutuksesta
- todistus voimassa olevasta hätäensiapukoulutuksesta
- raportti lämpökuvauksesta (raportti suorittamastaan lämpökuvaukskohteesta pätevyydistodistuksen viimeisen voimassaolovuoden aikana)

5 Lämpökuvaustryksen hyväksyntä

SETI Oy hyväksyy lämpökuvauksiin yrityksen, jossa lämpökuvauksiin pätevyydistodistuksen saanut henkilö suorittaa lämpökuvaukset. Hyväksytyt yritykset ovat SETIpro-rekisteristä (setipro.seti.fi) haettavissa luettelosta "Lämpökuvaustrytys" (LK).

Hyväksynnän vaatimukset

- Hyväksyttävän yrityksen tai elinkeinonharjoittajan tulee olla merkittynä kaupparekisteriin
- Yrityksen palveluksessa tulee olla LK-pätevyden omaava henkilö, joka suorittaa lämpökuvaukset. Mikäli LK-pätevyden omaava vastuhenkilö vaihtuu tai on estynyt hoitamasta tehtäväänsä muuten kuin lyhytaikaisen poissaolon vuoksi, tulee yrityksen nimetä hänen tilalleen uusi LK-pätevyydistodistuksen omaava vastuhenkilö kolmen kuukauden kuluessa. Yrityksen tulee tehdä ilmoitus vastuhenkilömuutoksista SETI Oy:lle.
- Lämpökuvauksia tekevät vain LK-pätevyydistodistuksen omaavat henkilöt. Yksityisellä elinkeinonharjoittajalla tulee olla LK-pätevyys.
- Lämpökuvauksista tekevällä yrityksellä ja yksityisellä elinkeinonharjoittajalla tulee olla toiminnan vastuuvakuutus.
- Yhteiskuntavastuiden hoitamisen osoittamiseksi yritykseltä edellytetään voimassa olevaa Vastuu Group Oy:n Luotettava Kumppani -palvelusopimusta, jonka tiedot ovat OK-tilassa.
- Lämpökuvauksista tekevällä yrityksellä ja yksityisellä elinkeinonharjoittajalla tulee olla käytössään asianmukaiset kyseisiin lämpökuvauksissa tarvittavat työvälineet ja mittalaitteet (kohdan 6 mukainen lämpökamera, PC, virtamittarit jne.)

Yrityksen lämpökuvauksyväksyntä on yllä mainittujen vaatimusten täytyessä voimassa toistaiseksi. Yrityshyväksynnän voimassaolo edellyttää yllä olevien lisäksi, että yritys tai yksityinen elinkeinonharjoittaja toimittaa kalenterivuositain maaliskuun loppuun mennessä vuosiraportin SETI Oy:lle kaikista edellisenä vuonna tehdyistä sähkölaitteistojen lämpökuvauksista, maksaa hyväksynnän vuosimaksun ja yrityksen palveluksessa on LK-pätevyydistodistuksen omaava hyväksynnän vastuhenkilö. Vuosiraportista tulee ilmetä edellisenä vuonna lämpökuvattujen kohteiden lukumäärä. SETI Oy ei luovuta vuosiraportin tietoja kolmannelle osapuolelle.

6 Lämpökuvauslaitteiston vaatimukset

Mittauslaitteiston tulee olla sähkölaitteiden kuvaamiseen soveltuva. Pätevöityneellä lämpökuvauksajalla tulee olla taito tarkastaa, että lämpökuvauslaitteistolla on seuraavat luetellut ominaisuudet ja valmiudet:

- ainakin yhden pisteen suora lämpötila nähtävissä näyttöruudulta
- radiometrinen kuva eli lämpötila-arvot on mahdollista mitata koko kuva-alueelta tietokoneohjelmistoa apuna käyttäen (jälkikäteen)
- kuva-aineisto voidaan säilyttää sähköisessä muodossa
- lämpötilan mittaaminen ± 2 Celsius-asteen ($^{\circ}\text{C}$) tarkkuudella 100°C lämpötilaan saakka ja yli 100°C lämpötilassa $\pm 2\%$ tarkkuudella
- mahdollisuus emissiivisyyden ja heijastuneen taustasäteilyn mukaisten korjausten tekemiseen (esim. kuvausten jälkeen tietokoneella)
- lämpökameran pikselimäärä vähintään 19 200 (esim. 160×120) ja tarvittaessa käytettävä tarkempaa kameraa sähkötyöturvallisuus ja kohteen etäisyys huomioiden
- yhden pikselin koon tulee olla alle 30 mm^2 yhden metrin etäisyydeltä kuvattaessa (IFOV $< 5,5 \text{ mRAD}$)
- lämpötilaerojen mittaaminen vähintään $0,1^{\circ}\text{C}$ portain (NETD $\leq 100 \text{ mK}$)

Valmistajan tai lämpökameran toimittajan on määriteltävä laitteiston tekniset ominaisuudet. Valmistajan/toimittajan dokumenteissa on oltava mainittuna laitteiston tarkkuus. Laitteiston tarkkuus on tarkistettava vähintään kahden vuoden välein käyttämällä vertailulaitteistoa, jonka tarkkuus on varmennettu kalibroimalla vertailulaitteiston valmistajan ohjeiden mukaisesti

7 Lämpökuvausraportti

7.1 Keskeiset tiedot

Raportin tulee sisältää kohtien 7.1.1 - 7.1.4 ja 7.2 mukaiset tiedot.

7.1.1 Kansilehti

Kansilehdessä on oltava seuraavat tiedot:

- lämpökuvauksen tehneen yrityksen nimi ja yhteystiedot
- raportin laatijan nimi ja pätevyystodistuksen numero
- lämpökuvauksen tilaaja ja yhteystiedot sekä yhteyshenkilö
- lämpökuvaustarkastuksen aika tai ajanjakso

7.1.2 Sisällysluettelo

7.1.3 Yleiset tiedot

Lämpökuvausraportin tulee sisältää maininta toimeksiantajayrityksen kanssa sovitusta lämpökuvauksen laajuudesta. Raportissa kaikkien lämpökuvien tulee olla teräviä, eli kameran tarkennuksen tulee olla oikein. Lämpökuvan ja sen parina olevan digikuvan tulee olla sellaiset, että laitteiston haltija ja mahdollista vikaa korjaamaan tullut asentaja pystyvät päättelemään, mikä komponentti on viallinen. Lämpötila-asteikon ja väripaletin tulee olla sellaiset, että kuvat eivät ole liian tummia, mutta eivät myöskään anna asiakkaalle väärää kuvaa sähkölaitteiston tilasta. Kuvauskohteen jokainen keskus tulee käsitellä omana erillisenä kohteena ja raportissa jokainen keskus tulee raportoida omana kokonaisuutena.

Jos jotain sovittua laitetta tai laitteiston osaa ei voitu kuvata, on raportin tietoihin merkittävä ” laitetta/laitteiston osaa XX ei kuvattu”, sekä ilmoitettava syy miksi ei voitu kuvata.

Jos tarkastuksessa ei ilmene poikkeavuuksia, on kyseisen laitteen tietoihin merkittävä kohtien 7.1.4.1–7.1.4.3 mukaiset tiedot sekä maininta ”ei poikkeamia”.

Raportissa tulee olla seuraavat yleiset tiedot:

- 7.1.3.1 lämpökuvan ottajan (tarkastuksen tekijän) nimi ja pätevyystodistuksen numero
- 7.1.3.2 käytetyn kameran malli ja sarjanumero sekä tieto käytetystä optiikasta
- 7.1.3.3 kuvauskohteen yksilöinti
- 7.1.3.4 lämpökuvauksen päivämäärä ja aika
- 7.1.3.5 kuvaustilan sisäilman lämpötila
- 7.1.3.6 kuvausetaisyys metrin tarkkuudella
- 7.1.3.7 käytetyt emissiokertoimet ja taustalämpötilat piste- tai aluekohtaisesti
- 7.1.3.8 käytetty lämpötila-asteikko ja väriskaala
- 7.1.3.9 ulkona otetuista kuvista esitettävä seuraavat asiat:

- tuulen nopeus ja suunta kuvatusta kohteesta
- säätila (pilvinen/puolipilvinen/aurinkoinen)
- ulkolämpötila

7.1.4 Keskuskohtaiset tiedot (jokainen keskus eriteltyinä)

7.1.4.1 keskuksen tunnus

7.1.4.2 kuvattavan kohteen nimellisvirta ja kuvausajankohdan kuormitusvirta (onko keskus riittävästi kuormitettu vikojen havaitsemiseksi, kts ST-kortti 53.62)

7.1.4.3 digitaalinen- ja lämpökuva havaituista poikkeamista. Kuvaajan tulee kuitenkin säilyttää kaikki kohteesta otetut kuvat digitaalisessa muodossa viiden vuoden ajan (saadaan tarvittaessa vertailukohta tulevaisuuden lämpökuvauksille). Jokaisesta vikakohtasta tulee olla mitattuna myös virrat. Kuvaajan tulee ohjeistaa tilaajaa säilyttämään kuvia.

7.1.4.4 todettujen vikojen analysointi (keskus kerrallaan)

7.1.4.5 korjausehdotus sekä korjauksen kiireellisyys (keskus kerrallaan)

7.2 Raportin lopussa tulee olla

Yhteenveto, josta tulee selvittää toimenpiteitä vaativat kohteet riittävän selkeästi.

Asiakkaan kanssa mahdollisesti sovittu uusintakuvauksen ajankohta.

Uusinta tarkastuskäynnillä kirjataan tulokset, joista arvioidaan, onko aiemmin huomattu poikkeavuus poistunut toimeksiantajayrityksen toimesta tehtyjen korjausten myötä.

7.3 Yleistä raportoinnista

Raportti luovutetaan tilaajalle väritulosteena tai sähköisessä muodossa koko laajuudessaan.

Lisätutkimuksia voidaan suositella harkinnan mukaan (esim. yliaallot, aluekohtainen ilman analyysi, ultraääni, sähkönlaatu ym.)

Turvallisuuden lisäämiseksi voidaan antaa joitakin suosituksia tarkastuksessa tehtyjen havaintojen perusteella (pölyn poisto, eristys, suojaus ym.)

Erityistä huomiota tulee kiinnittää tarkastuksen kohteiden ympäristöön liittyviin riskeihin.

Raportissa tulee kehottaa tutkimaan poikkeamien mahdolliset syyt ja korjaustoimenpiteet alla olevan taulukon prioriteettien mukaisesti.

Raportista tulee ilmetä mahdolliset kuvauksen aikana tehdyt korjaukset.

Raportin yhteenvedosta tulee selvittää toimenpiteitä vaativat kohteet riittävän selkeästi.

Raportista tulee ilmetä, suositellaanko korjaavien toimenpiteiden jälkeen uusintakuvausta.

Prioriteetti	Suosittelavat toimenpiteet
Prioriteetti 1	Lämpökuvauksessa todetut turvallisuus- ja paloriskit edellyttävät laitteiston haltijalta toimenpiteitä.
Prioriteetti 2	Kohdetta on tarkkailtava säännöllisesti poikkeamien varalta.

8 Jäljitettävyys

8.1 Lämpökuvien ja tarkastusraporttien säilytys

Kuvat tulee säilyttää sähköisessä muodossa vähintään viiden vuoden ajan. Lämpökuvausraporttia tai yksittäisiä havaintoja ei saa luovuttaa muille, ilman tilaajan suostumista.

Lämpökuvaaja sitoutuu työn tilaajalle salassapitovelvollisuuteen, ellei tulosten esittämiseen saada erillistä lupaa esimerkiksi koulutustarkoitukseen.

8.2 Lämpökuvausraportit

Lämpökuvauksen tekevän yrityksen tai yksityisen elinkeinonharjoittajan tulee säilyttää kaikki tarkastusraportit vähintään viiden vuoden ajan.