



# Sähkölaitteistojen lämpökuvaajan pätevyysvaatimukset ja lämpökuvausyrityksen hyväksyntä

5.11.2021

## Sisällys

1	Esipuhe .....	2
2	Johdanto .....	2
3	Yleistä sähkölaitteiston lämpökuvauksesta .....	2
4	Pätevöinnin vaatimukset .....	3
4.1	Yleiset vaatimukset .....	3
4.2	Lämpökuvaustutkinto .....	3
Lämpökuvaajan kokeessa hallittavat teoria ja käytännön asiat .....		3
4.3	Pätevyystodistus .....	4
4.4	Pätevyyden ylläpito .....	4
4.5	Pätevyyden uusiminen .....	5
Uusimisen yhteydessä henkilön tulee toimittaa SETI Oy:lle: .....		5
5	Lämpökuvausyrityksen hyväksyntä .....	5
6	Lämpökuvauslaitteiston vaatimukset .....	6
7	Lämpökuvausraportti .....	6
7.1	Keskeiset tiedot .....	6
7.1.1	<b>Kansilehti</b> .....	6
7.1.2	<b>Sisällysluettelo</b> .....	7
7.1.3	<b>Yleiset tiedot</b> .....	7
7.1.4	<b>Keskuskohtaiset tiedot (jokainen keskus eriteltyinä)</b> .....	7
7.2	Raportin lopussa tulee olla .....	8
7.3	Yleistä raportoinnista .....	8
8	Jäljitettävyys .....	9
8.1	Lämpökuvien ja tarkastusraporttien säilytys .....	9
8.2	Lämpökuvausraportit .....	9
Versiohistoria .....		9

## 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 kouluttautumiseen. 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.

Lämpökuvaajapätevyyydessä 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 sähkötekniset 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 päättelemään lämpökuvauksen perusteella, milloin laitteistossa on vika ja mikä vian aiheuttaa.

## **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. Kokeen hylätyn osion voi uusida 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 mittaaminen; ympäristötekijöiden vaikutukset
- tarkkuus; virheellisten mittaustulosten mahdollisuus ja aiheuttajat
- laitteiston tekniset valmiudet ja rajoitukset
- laitteiston mittauserä.

#### **Lämpökuvauksessa käytetyn laitteiston yleinen toiminta**

- erityyppiset laitteet
- mittauserä
- 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 Pätevyytodistus**

Sähkölaitteiston lämpökuvaajan pätevyytodistuksen myöntää Henkilö- ja yritysarviointi SETI Oy. Pätevyytodistuksen saamiseksi hakijan tulee toimittaa:

- osoitus sähköturvallisuuslain (1135/2016) 73 § edellyttämästä kelpoisuudesta tehdä itsenäisesti sähkötöitä (sähköpätevyytodistus 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 pätevyttä 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.

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

**4.4 Pätevyyden ylläpito**

Pätevyytodistuksen 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 Pätevyyden uusiminen

Uusimisen yhteydessä henkilön tulee toimittaa SETI Oy:lle:

- todistus voimassa olevasta SFS 6002 koulutuksesta
- todistus voimassa olevasta hätäensiapukoulutuksesta
- raportti lämpökuvauksesta (raportti suorittamastaan lämpökuvauskohteesta pätevyystodistuksen viimeiseen voimassaolovuoden aikana)

### 5 Lämpökuvausyrityksen hyväksyntä

SETI Oy hyväksyy lämpökuvauksiin yrityksen, jossa lämpökuvauksiin pätevyystodistuksen saanut henkilö suorittaa lämpökuvaukset. Hyväksytyt yritykset ovat SETIpro-rekisteristä ([setipro.seti.fi](http://setipro.seti.fi)) haettavissa luettelosta ”Lämpökuvausyritys” (LK).

#### Hyväksynnän vaatimukset

- Hyväksyttävän yrityksen tai elinkeinonharjoittajan tulee olla merkittynä kaupparekisteriin
- Yrityksen palveluksessa tulee olla LK-pätevyyden omaava henkilö, joka suorittaa lämpökuvaukset. Mikäli LK-pätevyyden omaava vastuuhenkilö vaihtuu tai on estynyt hoitamasta tehtäväänsä muuten kuin lyhytaikaisen poissaolon vuoksi, tulee yrityksen nimetä hänen tilalleen uusi LK-pätevyystodistuksen omaava vastuuhenkilö kolmen kuukauden kuluessa. Yrityksen tulee tehdä ilmoitus vastuuhenkilömuutoksista SETI Oy:lle.
- Lämpökuvauksia tekevät vain LK-pätevyystodistuksen omaavat henkilöt. Yksityisellä elinkeinonharjoittajalla tulee olla LK-pätevyys.
- Lämpökuvausta 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.
- Lämpökuvausta tekevällä yrityksellä ja yksityisellä elinkeinonharjoittajalla tulee olla käytössä asianmukaiset kyseisiin lämpökuvauksessa tarvittavat työvälineet ja mittalaitteet (kohdan 6 mukainen lämpökamera, PC, virtamittarit jne.)

Yrityksen lämpökuvaushyväksyntä on yllä mainittujen vaatimusten täyttyessä voimassa toistaiseksi. Yrityshyväksynnän voimassaolo edellyttää yllä olevien lisäksi, että yritys tai yksityinen elinkeinonharjoittaja toimittaa kalenterivuositain maaliskuun loppuun mennessä vuosiraportin SETI Oy:lle kaikista edellisestä vuonna tehdyistä sähkölaitteistojen lämpökuvauksista, maksaa hyväksynnän vuosimaksun ja yrityksen palveluksessa on LK-pätevyystodistuksen omaava hyväksynnän vastuuhenkilö. Vuosiraportista tulee ilmetä kuvattujen sähkölaitteistojen haltija, kohteen osoite, lämpökuvaaja ja kuvauksen päivämäärä. SETI Oy ei luovuta vuosiraportin tietoja kolmannelle osapuolelle.

## 6 Lämpökuvauslaitteiston vaatimukset

Mittauslaitteiston tulee olla sähkölaitteiden kuvaamiseen soveltuva. Pätevöityneellä lämpökuvaajalla 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  $\pm 2$  Celsius-asteen ( $^{\circ}\text{C}$ ) tarkkuudella  $100^{\circ}\text{C}$  lämpötilaan saakka ja yli  $100^{\circ}\text{C}$  lämpötilassa  $\pm 2\%$  tarkkuudella
- mahdollisuus emissiivisyyden ja heijastuneen taustasäteilyn mukaisten korjausten tekemiseen (esim. kuvausten jälkeen tietokoneella)
- lämpökameran pikselimäärä vähintään 19 200 (esim.  $160 \times 120$ )
- yhden pikselin koon tulee olla alle  $30 \text{ mm}^2$  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:

#### 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 päättämään, 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 kuvausetäisyys 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 keskuksen nimellisvirta ja kuvausajankohdan kuormitusvirta (onko keskus riittävästi kuormitettu vikojen havaitsemiseksi, kts ST-kortti 53.62)



- 7.1.4.3 yleiskuva keskuksesta kannet avattuna ja kosketussuojat poistettua (lämpökuva sekä näkyvän valon kuva)
- 7.1.4.4 digitaalinen- ja lämpökuva vain havaituista poikkeamista. Kuvaajan tulee kuitenkin säilyttää kaikki kohteesta otetut kuvat digitaalisessa muodossa viiden vuoden ajan (saadaan tarvittaessa vertailukohta tulevaisuuden lämpökuvauksille). Jokaisesta vika-kohdasta tulee olla mitattuna myös virrat. Kuvaajan tulee ohjeistaa tilaajaa säilyttämään kuvia.
- 7.1.4.5 todettujen vikojen analysointi (keskus kerrallaan)
- 7.1.4.6 korjausehdotus sekä korjauksen kiireellisyys (keskus kerrallaan)

## 7.2 Raportin lopussa tulee olla

Yhteenveto, josta tulee selvitä toimenpiteitä vaativat kohteet riittävän selkeästi.

Asiakkaan kanssa mahdollisesti sovittu uusintakuvausten 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 selvitä toimenpiteitä vaativat kohteet riittävän selkeästi.

Raportista tulee ilmetä, suositellaanko korjaavien toimenpiteiden jälkeen uusintakuvausta.

<b>Prioriteetti</b>	<b>Suosittelavat toimenpiteet</b>
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.

## Versiohistoria

Versio 0.1 29.10.2014  
Versio 0.2 14.7.2016  
Versio 0.3 21.9.2017  
Versio 0.4 6.8.2019  
Versio 0.5 5.11.2021