

*21.9.2017*



**Sähkölaitteistojen lämpökuvaajan pätevyys-  
vaatimukset ja lämpökuvausyrityksen hy-  
väksyntä**

---

### Esipuhe

Merkittävä osa tulipaloista saa alkunsa sähköasennuksista tai sähkölaitteista joko vikaantumisen tai käyttövirheen seurauksena.

Sähkölaitteiston määräaikaistarkastusten lisäksi sähkölaitteistoja tulee huoltaa. Sähkölaitteiston lämpökuvausten avulla on mahdollista huomata paloriskejä, jotka toteutuessaan saattavat aiheuttaa liiketoiminnan keskeytymisen.

Tämä ohje koskee sähkölaitteistojen lämpökuvausta. Lämpökuvausta käytetään esimerkiksi sähkölaitteiden lämpötilaerojen mittaamiseen. Luotettava sähkölaitteiston lämpökuvaus edellyttää tekijältään asianmukaisia taitoja ja kokemusta.

Ohjetta on ollut tekemässä Henkilö- ja yritysarviointi SETI Oy, STUL ry, Sähkötarkastusyhdistys SÄTY ry, lämpökameravalmistajien edustajana Fluke Finland Oy ja Finanssiala ry.

Tämä ohje perustuu osin Tanskan Paloteknisen Instituutin (DBI) ohjeeseen, jonka on kirjoittanut Ib Bertelsen DBI:stä.

Alkuperäinen ohje on koottu CFPA European (The Confederation of Fire Protection Association Europe) guideline komissiossa ja hyväksytty käyttöön kaikissa CFPA European jäsenliitoissa. Suomen jäsenliitto on SPEK (Suomen Pelastusalan Keskusjärjestö).

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

---

## Sisällys

1	Johdanto.....	3
2	Sovellusala.....	3
3	Sähkölaitteiden lämpökuvaajan pätevyysvaatimukset.....	3
3.1	Pätevöityminen.....	3
3.2	LK 1 pätevyys (pätevyystodistuksen saannin edellytykset).....	4
4	Pätevöinnin vaatimukset.....	4
4.1	Yleiset vaatimukset.....	4
4.2	Lämpökuvaajan koe.....	4
4.3	Pätevyystodistus.....	6
4.4	Pätevyyden ylläpito.....	6
4.5	Pätevyyden uusiminen.....	6
5	Lämpökuvausyrityksen hyväksyntä.....	6
6	Lämpökuvauslaitteiston vaatimukset.....	7
7	Lämpökuvausraportti.....	7
7.1	Keskeiset tiedot.....	7
7.2	Poikkeamien raportointi.....	8
8	Jäljitettävyys.....	9
8.1	Lämpökuvien ja tarkastusraporttien säilytys.....	9
8.2	Lämpökuvausraportit.....	9

## **1 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.

Lämpökuvaajapätevyydessä on kysymys vapaaehtoisesta pätevyyden osoittamisesta.

Lämpökuvaajaksi päteväitynyt henkilö on riittävän ammattitaitoinen suorittamaan sähkölaitteen lämpökuvaamisen oikeaoppisesti ja tehokkaasti. Lämpökuvaamisen ensisijainen tavoite on löytää ylikuumentuneet osat ja sitä kautta ehkäistä palon syttyminen.

Lämpökuvaus ei korvaa lakisääteistä määräaikaistarkastusta, mutta se soveltuu hyvin määräaikaistarkastuksen yhteydessä tehtäväksi.

## **2 Sovellusala**

Ohjeessa määritellään edellytykset, jotka koskevat sähkölaitteista paloriskejä tai muita vikoja etsiviä lämpökuvaajia. Vaadittavat taidot on eritelty ja näin varmistetaan, että lämpökuvaamisen suorittajat toimivat vastuullisesti ja ammattitaitoisesti.

Ohje sisältää keskeiset edellytykset myös kolmannen osapuolen myöntämälle lämpökuvaajan pätevyymiselle.

## **3 Sähkölaitteiden lämpökuvaajan pätevyysvaatimukset**

Lämpökuvaajan pätevyymistä hakevan henkilön tulee tuntea lämpökuvauslaitteiston (lämpökamerat ja muut käsittarit) toiminta, ja hänen tulee osata käsitellä laitteistoa niin, että tulokset ovat luotettavia. Hakijan tulee osata arvioida laitteiston tekniset valmiudet, diagnosoida ja tulkita mittaus-tuloksissa mahdollisesti esiintyvä vaihtelu, sekä arvioida onko laitteisto asianmukaisesti kalibroitu. Hakijan 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 päättämään lämpökuvaamisen perusteella, milloin laitteistossa on vika ja mikä vian aiheuttaa.

### **3.1 Pätevytyminen**

Pätevyyden saantiin sisältyy hyväksytysti suoritettu kirjallinen koe sekä hyväksytysti suoritettu näyttökoe sekä yhden todellisen kohteen lämpökuvausraportti.

- LK 1 luokan pätevyystodistuksen omaava henkilön tulee olla itsenäiseen sähkötyöhön kykenevä sähköalan ammattilainen (sähköturvallisuuslain (1135/2016) 73 §). Hän voi suorittaa sähkölaitteiden lämpökuvausta itsenäisesti ilman toisen sähköalan ammattilaisen valvontaa.
- Ennen 21.9.2017 myönnetyn LK 2 luokan pätevyystodistuksen omaava henkilö ei ole sähköalan ammattilainen eikä näin ollen voi tehdä itsenäisesti sähkölaitteiden lämpökuvauksia. Hänellä tulee olla tarvittava tietotaito sähkölaitteistojen lämpökuvauksesta ja hänen tulee tehdä lämpökuvaus aina yhteistyössä sähköturvallisuuslain (1135/2016) 73 § edellytykset täyttävän sähköalan ammattilaisen kanssa. Lämpökuvausta tehdessään LK2 lämpökuvaaja ei saa ulottua jännitetyöalueelle (työkaluilla tai kehonsa osalla). Mikäli lämpökuvaaja ei tunne kuvattavan kohteen sähköisiä komponentteja eikä tiedä niiden käyttölämpötiloja, tulee kuvauksessa mukana olevan sähköalan ammattilaisen ne tuntea. Sähköalan ammattilaisen tulee olla mukana myös lämpökuvausraporttia laadittaessa, jotta kaikki tulokset tulevat oikein suoritettua.  
LK 2 pätevyys ei myönnetä enää em. päivän jälkeen. Aikaisemmin myönnetyn LK 2 pätevyys voi uusia kohdan 4.5 mukaisesti.

### **3.2 LK 1 pätevyys (pätevyystodistuksen saannin edellytykset)**

- lämpökuvaajalla tulee olla sähköturvallisuuslain (1135/2016) 73 § edellyttämä kelpoisuus tehdä sähkötoita  
(osoitetaan joko sähköpätevyystodistuksella tai sähköalan koulu ja työtodistuksilla)
- lämpökuvaajalla tulee olla voimassaoleva SFS 6002 koulutus  
(osoitetaan joko kurssitodistuksella tai sähkötyöturvallisuuskortilla)
- lämpökuvaajalla tulee olla voimassa vähintään hätäensiapukoulutus  
(osoitetaan kurssitodistuksella tai ensiapukortilla)
- lämpökuvaajan tulee läpäistä SETI Oy:n kirjallinen koe ja näyttökoe hyväksytysti
- lämpökuvaajan tulee lähettää SETI Oy:lle täydellinen raportti yhdestä kuvaamastaan lämpökuvauskohteesta

## **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 Lämpökuvaajan koe**

Lämpökuvaajan koe on tarkoitettu sellaisille henkilöille, jotka ovat perehtyneet riittävästi sähkölaitteiden lämpökuvaukseen.

Lämpökuvaajan pätevyyttä hakevan henkilön tulee suorittaa hyväksytysti SETI Oy:n kirjallinen koe, jossa osoittaa hallitsevansa tässä ohjeessa esitetyt asiat sekä osoittaa lämpökameran käytönhallintaa SETI Oy:n laboratoriossa tehtävässä lämpökuvauksessa.

Kokeeseen tullessaan henkilön tulee todistaa henkilöllisyytensä.

Kokeessa tulee olla mukana lämpökamera ja pihtiampeerimittari, joiden käytön henkilö hallitsee.

Kokeen voi uusia kerran, jonka jälkeen on mahdollista osallistua uuteen kirjalliseen ja näyttökokeeseen vuoden kuluttua ensimmäisestä kokeesta.

## **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 mittauseräily.

### **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
- tyyppisten vikojen diagnosointi ja arviointi.
- henkilön yleinen toiminta lämpökuvauksessa

### **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.

Pätevyystodistus myönnetään, kun henkilö on suorittanut hyväksytysti LK-tutkinnon ja toimittanut tehdystä sähkölaitteiston lämpökuvauksesta asiakkaalle toimitetun raportin, joka täyttää kohdassa 7 asetetut vaatimukset.

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

### 4.4 Pätevyyden ylläpito

Pätevyystodistuksen omaavan henkilön tulee ylläpitää ammattitaitoaan tekemällä jatkuvasti sähkölaitteistojen lämpökuvauksia. Lisäksi hänen tulee huolehtia, että hänellä on aina voimassaoleva SFS 6002 ja hätäensiapukoulutus.

### 4.5 Pätevyyden uusiminen

Uusimisen yhteydessä henkilön tulee toimittaa SETI Oy:lle:

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

## 5 Lämpökuvausyrityksen hyväksyntä

SETI Oy hyväksyy lämpökuvauksiin yrityksen, jossa lämpökuvaukset tekee lämpökuvauksiin pätevyystodistuksen saanut henkilö. Hyväksytyt yritykset ovat urakoitsija.fi rekisteristä haettavissa luettelosta "SETI LK lämpökuvaajayritys".

#### Hyväksynnän ehdot

- Hyväksyttävän yrityksen tai elinkeinonharjoittajan tulee olla merkittynä kaupparekisteriin
- Yrityksen palveluksessa tulee olla LK1 tai LK2 pätevyyden omaava henkilö, joka suorittaa lämpökuvaukset. LK2 pätevyyden omaavan henkilön tulee tehdä lämpökuvaukset yhdessä sähköturvallisuuksilain (1135/2016) 73 § edellytykset täyttävän henkilön kanssa. Mikäli pätevyyden omaava henkilö eroaa hyväksytyn yrityksen palveluksesta, tulee yrityksen nimetä hänen tilalleen uusi henkilö 3 kuukauden kuluessa. Yrityksen tulee tehdä ilmoitus henkilömuutoksista Seti Oy:lle.
- Yksityisellä elinkeinonharjoittajalla tulee olla LK1 tai LK2 pätevyys. LK2 pätevyyden omaavan henkilön tulee tehdä lämpökuvaukset yhdessä sähköturvallisuuksilain (1135/2016) 73 § edellytykset täyttävän henkilön kanssa.
- Lämpökuvausta tekevällä yrityksellä ja yksityisellä elinkeinonharjoittajalla tulee olla toiminnan vastuuvakuutus.
- Yhteiskuntavastuiden hoitamisen osoittamiseksi yritykseltä edellytetään, että sillä on voimassa oleva Tilaa-javastuu.fi / Luotettava Kumppani -palvelusopimus.

- 
- Lämpökuvausta tekevällä yrityksellä ja yksityisellä elinkeinonharjoittajalla tulee olla käytössään asianmukaiset kyseisiin lämpökuvauksessa tarvittavat työvälineet ja mittalaitteet (kohdan 6 mukainen lämpökamera, PC, virtamittarit jne.)

Yrityksen lämpökuvaushyväksyntä on voimassa 5 vuotta. Yrityshyväksynnän voimassaolo edellyttää, että yritys tai yksityinen elinkeinonharjoittaja toimittaa kalenterivuositain maaliskuun loppuun mennessä luettelon SETI Oy:lle kaikista edellisestä vuonna tehdyistä sähkölaitteistojen lämpökuvauksista. Luettelosta tulee ilmetä kuvatus sähkölaitteiston haltija, kohteen osoite, lämpökuvaaja ja kuvauksen päivämäärä. SETI Oy ei luovuta luettelon 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 x 120)
- yhden pikselin koon tulee olla alle  $30\text{ mm}^2$  yhden metrin etäisyydeltä kuvattaessa (IFOV < 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:

- kansilehti, jossa seuraavat tiedot:
  - lämpökuvauksen tehneen yrityksen nimi ja yhteystiedot
  - raportin laatijan nimi ja pätevyystodistuksen numero
  - lämpökuvauksen tilaaja ja yhteystiedot sekä yhteyshenkilö
  - lämpökuvaustarkastuksen aika tai ajanjakso



- 
- Sisällysluettelo
  - Jokaisen lämpökuvan yhteydessä:
    - lämpökuvan ottajan nimi ja pätevyystodistuksen numero
    - käytetyn kameran malli ja sarjanumero sekä tieto käytetystä optiikasta
    - kuvauskohteen yksilöinti
    - lämpökuvan päivämäärä ja aika
    - hetkelliset kuvauksen aikana mitatut kuormitusvirrat (huomioitava komponenttien nimellisvirrat)
    - kuvaustilan sisäilman lämpötila
    - kuvausetäisyys metrin tarkkuudella
    - käytetyt emissiokertoimet ja taustalämpötilat piste- tai aluekohtaisesti
    - käytetty lämpötila-asteikko ja väriskaala
    - digitaalinen- ja lämpökuva vain havaituista poikkeamista (digitaalinen kuva voidaan ottaa erillisellä digitaalikameralla). Kuvaajan/tilaajan tulee kuitenkin säilyttää kaikki kohteesta otetut kuvat digitaalisessa muodossa viiden vuoden ajan (saadaan tarvittaessa vertailukohta tulevaisuuden lämpökuvauksille)
    - ulkona otetuista kuvista esitettävä seuraavat asiat:
      - tuulen nopeus ja suunta kuvatusta kohteesta
      - säätila (pilvinen/puolipilvinen/aurinkoinen)
      - ulkolämpötila
    - todetun vian analysointi ja korjausehdotus sekä korjauksen kiireellisyys
  - Raportin lopussa:
    - yhteenveto, josta tulee selvitä toimenpiteitä vaativat kohteet riittävän selkeästi
    - asiakkaan kanssa mahdollisesti sovittu uusintakuvausten ajankohta

Lämpökuvausraportin tulee sisältää maininta toimeksiantajayrityksen kanssa sovitusta lämpökuvauksen laajuudesta. 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 poikkeavaisuuksia, on kyseisen laitteen tietoihin merkittävä ”ei poikkeamia”, lisäksi raporttiin tulee merkitä kuvattavan keskuksen nimellisvirta ja kuvaushetken kuormitusvirta.

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

## **7.2 Poikkeamien raportointi**

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 kohteen 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.