

Sauli Paloniitty, Juho Paloniitty, Jouni Haimilahti

# LÄMPÖ- KUVAUS RAKENTAMISESSA

RAKENNUSTIETÖT 

# SISÄLTÖ

<b>Esipuhe</b> .....	<b>3</b>
<b>Käsitteitä</b> .....	<b>4</b>
<b>1 Johdanto lämpökuvaukseen</b> .....	<b>11</b>
Yleistä .....	11
Lämpökameroiden kehitys .....	12
Ongelmana kuvien tulkinta .....	14
Lämpökuvaaajien vaatimukset .....	15
<b>2 Lämpökuvauksen perusteet</b> .....	<b>16</b>
Pintojen lämpötilojen mittaaminen .....	16
Rakennusten lämpökuvaukseen soveltuvat lämpökamerat .....	19
Kameroiden kalibrointi ja virhemahdollisuudet .....	28
Kamera-asetusten vaikutus tuloksiin .....	28
<i>Kuvauskulma</i> .....	28
<i>Mittausasetukset</i> .....	30
<b>3 Lämpökuvauksen käyttö rakentamisessa</b> .....	<b>31</b>
Rakenteiden pintalämpötilat .....	32
Rakenteiden lämpökuvaus ja pintalämpötiloihin vaikuttavat tekijät .....	37
<i>Lämpövuodot eli kylmäsiljat</i> .....	37
<i>Ilmavuodot</i> .....	38
<i>Eristeviat</i> .....	42
<i>Kosteus- ja homevauriot</i> .....	44
<b>4. Lämpökuvaus korjaus- ja uudisrakentamisessa</b> .....	<b>47</b>
Sisäilmaston kuntotutkimus .....	47
Betonirakenteiden ja rapattujen rakenteiden kuntotutkimukset .....	49
Talotekniikan lämpökuvaus .....	49
Laadunvarmistusmittaukset uudisrakennuskohteessa .....	53
Ikkunoiden lämpökuvaus .....	54
<b>5 Lämpöviihtyvyys</b> .....	<b>59</b>
Sisätilojen lämpöolot .....	59
Asumisterveysasetuksessa määritellyt lämpöolosuhteet .....	61
<i>Fysikaaliset olot</i> .....	61
<i>Lämpöolot ja virtausnopeus</i> .....	62
<i>Lämpötilojen ohjearvot</i> .....	62
<i>Lämpötilaindeksi</i> .....	64

	<i>Lämpötilan ja vedon mittaaminen</i> .....	64
	<i>Lämpötilamittaustandardit ja mittalaitteet</i> .....	64
<b>6</b>	<b>Lämpökuvauksen suorittaminen</b> .....	<b>66</b>
	Mittalaitteet .....	66
	<i>Lämpökamerat</i> .....	66
	<i>Muut mittalaitteet</i> .....	66
	<i>Mittalaitteiden kalibrointi</i> .....	67
	Mittausolosuhteet .....	68
	Valmistelevat toimenpiteet .....	69
	<i>Lämpökuvauksesta sopiminen</i> .....	69
	<i>Tiedottaminen mittauskohteen käyttäjille tai asukkaille</i> .....	69
	<i>Lämpökuvauksen tekemät valmistelevat toimenpiteet sekä muut mittaukset</i> .....	70
	Lämpökuvauksen suorittaminen .....	72
	<i>Lämpökuvauksen aloitus</i> .....	72
	<i>Lämpökuvauksen suoritus</i> .....	73
	<i>Lämpökuvauksen suoritusvaiheen tulkintaa</i> .....	76
	<i>Keskimääräisen pintalämpötilan ja pistemäisen lämpötilan määrittäminen</i> ....	76
	<i>Julkisivut</i> .....	77
	<i>Alapohjat</i> .....	78
	<i>Yläpohjat</i> .....	79
	<i>Vesikatot</i> .....	80
<b>7</b>	<b>Lämpökuvaussovellukset</b> .....	<b>82</b>
	Talotekniikka .....	82
	Sähköjärjestelmät .....	83
	Kosteusvauriot .....	84
	Vuotopaikannus .....	85
<b>8</b>	<b>Lämpökuvauksen oheismittaukset</b> .....	<b>86</b>
	Kaksivaiheinen lämpökuvaus .....	86
	Rakennuksen tiiviysmittaus .....	87
	<i>Tiiviysmittauksen suorittaminen</i> .....	88
	Lämpökuvauksen ja tiiviysmittauksen käyttö laadunvalvonta-toimenpiteenä .....	90
<b>9</b>	<b>Lämpökuvien tulkinta</b> .....	<b>92</b>
	Raportoitavat poikkeamat .....	94
	Määräysten ja ohjeiden soveltaminen ja tulkinta .....	95
	<i>Lämpötilaindeksin käyttö</i> .....	95

<i>Pistemäisen lämpötilan arviointi</i> .....	97
Tulosten virhearviointi .....	97
Paine-eron vaikutus mittaustuloksiin .....	97
<b>10 Lämpökuvauksen raportointi</b> .....	<b>101</b>
Lämpökuvausraportti .....	101
Mittausraportti .....	101
Korjausluokitus .....	102
<b>11 Lämpökuvauksen tilaaminen</b> .....	<b>104</b>
Tarjouspyynnön laatiminen .....	104
Lämpökuvauksen suorittajan valinta .....	104
Sopimus .....	104
Tilaaajan velvoitteet ja vastuut .....	105
Lämpökuvaajan vastuut .....	105
Lämpökuvauksen esivalmistelut .....	106
Tulosten luovutus .....	107
<b>Kirjallisuutta</b> .....	<b>108</b>
<b>Liitteet</b> .....	<b>109</b>
Liite 1 Lämpökuvaussopimus .....	109
Liite 2 Käyttäjätiedote .....	111
Liite 3 Kenttätyölomake .....	112
Liite 4 Tulkintaesimerkkejä .....	113
Liite 5 Lämpökuvausraportin sisällys .....	131
Liite 6 Lämpökuvausmittausraporttipohja .....	135
Liite 7 Materiaalien emissiokertoimet .....	136
Liite 8 Laadunvalvontalämpökuvauksen muistilista .....	138