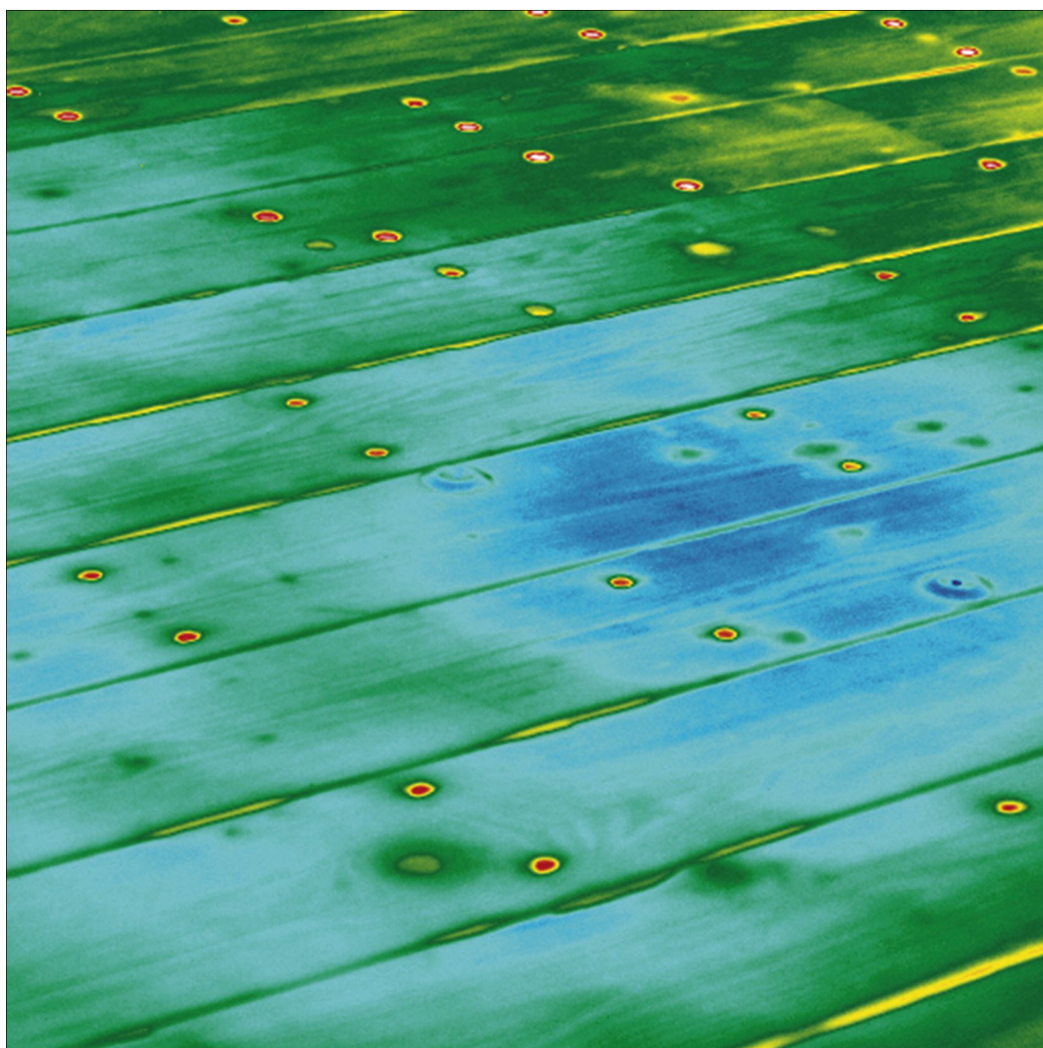

Bruksanvisning Flir Ex-serien



Bruksanvisning Flir Ex-serien

Innehållsförteckning

1	Ansvarsfrihetsförklaring.....	1
1.1	Ansvarsfrihetsförklaring.....	1
1.2	Användningsstatistik.....	1
1.3	Ändringar i registret.....	1
1.4	Amerikanska bestämmelser	2
1.5	Upphovsrätt.....	2
1.6	Kvalitetssäkring	2
1.7	Patent	2
1.8	EULA Terms	2
1.9	EULA Terms	3
2	VARNING, OBSERVERA.....	4
3	Meddelande till användaren.....	7
3.1	Användarforum.....	7
3.2	Kalibrering.....	7
3.3	Noggrannhet.....	7
3.4	Avyttring av elektroniskt skrot	7
3.5	Utbildning	7
3.6	Uppdateringar av dokumentationen	7
3.7	Viktig information om handboken.....	7
4	Teknisk support.....	8
4.1	Allmänt.....	8
4.2	Skicka en fråga	8
4.3	Hämta filer	8
5	Komma igång.....	9
5.1	Tillvägagångssätt.....	9
6	Beskrivning	10
6.1	Kamerans delar	10
6.1.1	Figur	10
6.1.2	Förklaring	10
6.2	Knappsats.....	10
6.2.1	Figur	10
6.2.2	Förklaring	10
6.3	Kontakter	11
6.3.1	Figur	11
6.3.2	Förklaring	11
6.4	Skärmelement.....	12
6.4.1	Figur	12
6.4.2	Förklaring	12
7	Användning	13
7.1	Ladda batteriet.....	13
7.1.1	Ladda batteriet med nätaggregatet från Flir.....	13
7.1.2	Ladda batteriet i den fristående batteriladdaren från Flir.....	13
7.1.3	Ladda batteriet med en USB-kabel.....	13
7.2	Spara en bild	13
7.2.1	Allmänt	13
7.2.2	Bildkapacitet	13
7.2.3	Namnkonvention	13
7.2.4	Tillvägagångssätt.....	14
7.3	Hämta bilder	14
7.3.1	Allmänt	14
7.3.2	Tillvägagångssätt.....	14
7.4	Radera en bild.....	14
7.4.1	Allmänt	14

7.4.2	Tillvägagångssätt	14
7.5	Radera alla bilder	14
7.5.1	Allmänt	14
7.5.2	Tillvägagångssätt	15
7.6	Mäta en temperatur med en mätpunkt	15
7.6.1	Allmänt	15
7.6.2	Tillvägagångssätt	15
7.7	Att mäta den varmaste temperaturen inuti ett område	15
7.7.1	Allmänt	15
7.7.2	Tillvägagångssätt	15
7.8	Att mäta den kallaste temperaturen inuti ett område	15
7.8.1	Allmänt	15
7.8.2	Tillvägagångssätt	15
7.9	Dölja mätverktyg	15
7.9.1	Tillvägagångssätt	15
7.10	Ändra färgpaletten	16
7.10.1	Allmänt	16
7.10.2	Tillvägagångssätt	16
7.11	Ändra bildläge	16
7.11.1	Allmänt	16
7.11.2	Tillvägagångssätt	17
7.12	Ändra temperaturskalans läge	17
7.12.1	Allmänt	17
7.12.2	Användningsområde för läget <i>Lås</i>	17
7.12.3	Tillvägagångssätt	18
7.13	Att ställa in emissiviteten som en ytegenskap	18
7.13.1	Allmänt	18
7.13.2	Tillvägagångssätt	18
7.14	Att ställa in emissiviteten som ett specialmaterial	18
7.14.1	Allmänt	18
7.14.2	Tillvägagångssätt	18
7.15	Att ändra emissiviteten som ett anpassat värde	18
7.15.1	Allmänt	18
7.15.2	Tillvägagångssätt	19
7.16	Ändra den reflekterade märkbara temperaturen	19
7.16.1	Allmänt	19
7.16.2	Tillvägagångssätt	19
7.17	Ändra inställningarna	19
7.17.1	Allmänt	19
7.17.2	Tillvägagångssätt	20
7.18	Uppdatera kameran	20
7.18.1	Allmänt	20
7.18.2	Tillvägagångssätt	20
8	Tekniska data	21
9	Rengöra kameran	22
9.1	Kamerahus, kablar och andra delar	22
9.1.1	Vätskor	22
9.1.2	Utrustning	22
9.1.3	Tillvägagångssätt	22
9.2	IR-objektiv	22
9.2.1	Vätskor	22
9.2.2	Utrustning	22
9.2.3	Tillvägagångssätt	22

10	Exempel på tillämpningar	23
10.1	Fukt- och vattenskador	23
10.1.1	Allmänt	23
10.1.2	Figur	23
10.2	Dålig kontakt i anslutningspunkt	23
10.2.1	Allmänt	23
10.2.2	Figur	23
10.3	Oxiderad anslutningspunkt	24
10.3.1	Allmänt	24
10.3.2	Figur	24
10.4	Isoleringsfel	25
10.4.1	Allmänt	25
10.4.2	Figur	25
10.5	Drag	25
10.5.1	Allmänt	25
10.5.2	Figur	25
11	Om Flir Systems	27
11.1	Mer än bara en värmekamera	28
11.2	Vi delar med oss av vår kunskap	28
11.3	Stöd för våra kunder	28
11.4	Några bilder från våra anläggningar	29
12	Ordlista	30
13	Termografiska mätmetoder	33
13.1	Inledning	33
13.2	Emissivitet	33
13.2.1	Hitta emissiviteten hos ett prov	33
13.3	Reflekterad skenbar temperatur	36
13.4	Avstånd	36
13.5	Relativ luftfuktighet	36
13.6	Övriga parametrar	36
14	Den infraröda teknikens historia	37
15	Termografiteori	40
15.1	Inledning	40
15.2	Det elektromagnetiska spektrat	40
15.3	Svartkroppsstrålning	40
15.3.1	Plancks lag	41
15.3.2	Wiens förskjutningslag	42
15.3.3	Stefan-Boltzmanns lag	43
15.3.4	Icke-svartkroppsstrålare	44
15.4	Infraröda halvtransparenta material	46
16	Mätformeln	47
17	Emissivitetstabeller	51
17.1	Referenslitteratur	51
17.2	Tabeller	51

1 Ansvarsfrihetsförklaring

1.1 Ansvarsfrihetsförklaring

För samtliga produkter som tillverkas av Flir Systems ges en garanti mot felaktigheter i material och/eller utförande under en period av ett (1) år från leveransdatum för det ursprungliga köpet. Garantin gäller under förutsättning att produkterna har förvarats och använts på ett normalt sätt samt erhållit service enligt instruktioner från Flir Systems.

Handhållna värmekameror utan kylning som tillverkas av Flir Systems omfattas av en garanti mot materialfel och felaktigt utförande under en period av två (2) år från leveransdatum för det ursprungliga köpet, under förutsättning att produkterna har förvarats, använts och underhållits på ett normalt sätt enligt instruktioner från Flir Systems och under förutsättning att kameran har registrerats inom 60 dagar efter det ursprungliga köpet.

Detektorer för handhållna värmekameror utan kylning som tillverkas av Flir Systems omfattas av en garanti mot materialfel och felaktigt utförande under en period av tio (10) år från leveransdatum för det ursprungliga köpet, under förutsättning att produkterna har förvarats, använts och underhållits på ett normalt sätt enligt instruktioner från Flir Systems och under förutsättning att kameran har registrerats inom 60 dagar efter det ursprungliga köpet.

Produkter som inte är tillverkade av Flir Systems men som ingår som delar i system levererade av Flir Systems har ingen annan garanti än eventuella garantier från tillverkaren av dessa produkter. Flir Systems tar inget juridiskt ansvar för sådana produkter.

Garantin gäller endast den ursprungliga kunden och kan inte överlåtas. Den gäller inte för någon produkt eller del av produkt som har missköts, använts felaktigt eller använts under extrema förhållanden. Garantin gäller inte heller förbrukningsmaterial.

I händelse av defekt i en produkt som täcks av den här garantin skall produkten genast sluta att användas för att förhindra ytterligare skada. Den som har köpt produkten skall snarast rapportera defekten till Flir Systems. Om det inte görs gäller inte garantin.

Flir Systems kommer, efter eget val, att reparera eller byta ut en defekt produkt utan kostnad om det står klart att defekten kan hänföras till felaktigheter i material och/eller utförande under förutsättning att produkten returneras till Flir Systems inom en period av ett (1) år från leveransdatum.

Flir Systems tar inget annat ansvar för felaktigheter än vad som nämns ovan.

Inga andra garantier eller utfästelser, uttryckliga eller implicita, görs. Flir Systems tar avstånd från alla typer av tolkningar och värderingar av produktens lämplighet för ett visst ändamål.

Flir Systems skall inte ställas till svars juridiskt för någon direkt, indirekt, avsiktlig eller oavsiktlig skada eller förlust vare sig baserad på kontrakt, kränkning eller annan juridisk handling.

Svensk lag ska tillämpas på garantin.

Tvist som uppstår på grund av eller i samband med denna garanti ska slutligt avgöras i skiljedomsförfarande i enlighet med Stockholms Handelskammars Medlingsinstitutets regler. Platsen för skiljedomsförfarandet ska vara Stockholm. Språket som används i skiljedomsförfarandet ska vara engelska.

1.2 Användningsstatistik

Flir Systems förbehåller sig rätten att samla in anonym användningsstatistik i syfte att underhålla och förbättra sin programvara och sina tjänster.

1.3 Ändringar i registret

Registerposten HKEY_LOCAL_MACHINE\SYSTEM\CurrentControlSet\Control\Lsa\LmCompatibilityLevel ändras automatiskt till nivå 2 om tjänsten Flir Camera Monitor upptäcker att en Flir-kamera ansluts till datorn med en USB-kabel. Ändringen utförs endast om en fjärrnätverkstjänst med stöd för nätverksinloggning implementeras av kameraenheten.

1.4 Amerikanska bestämmelser

Denna produkt lyder under USA:s exportbestämmelser. Kontakta exportquestions@flir.com för eventuella frågor.

1.5 Upphovsrätt

© 2013, Flir Systems, Inc.. Alla rättigheter förbehålles globalt. Inga delar av programmet, inklusive källkoden, får kopieras, reproduceras, sändas, skrivas av eller översättas till något språk eller programmeringsspråk i någon form oavsett om det sker elektroniskt, magnetiskt, fotografiskt, optiskt, manuellt eller på annat sätt utan att ett skriftligt tillstånd har erhållits från Flir Systems.

Varken hela eller delar av dokumentationen får kopieras, fotokopieras, reproduceras, översättas eller överföras till något elektroniskt medium eller maskinläsbart format utan föregående skriftligt tillstånd från Flir Systems.

Namn och märken på produkter i handboken är antingen registrerade varumärken eller varumärken som tillhör Flir Systems och/eller dess dotterbolag. Alla övriga varumärken, varunamn eller företagsnamn som refereras i handboken används endast för identifiering och tillhör respektive ägare.

1.6 Kvalitetssäkring

Det kvalitetsstyrningssystem (Quality Management System) som dessa produkter har utvecklats och tillverkats under har certifierats enligt ISO 9001-standard.

Flir Systems har förbundit sig till en policy om kontinuerlig utveckling och förbehåller sig därför rätten att göra ändringar och förbättringar av alla sina produkter utan föregående meddelande.

1.7 Patent

Ett eller flera av följande patent eller mönsterpatent kan gälla för dessa produkter och/eller funktioner:

0002258-2; 000279476-0001; 000439161; 000499579-0001; 000653423; 000726344; 000859020; 001106306-0001; 001707738; 001707746; 001707787; 001776519; 001954074; 002021543; 002058180-001; 0101577-5; 0102150-0; 1144833; 1182246; 1182620; 1285345; 1299699; 1325808; 1336775; 1391114; 1402918; 1404291; 1411581; 1415075; 1421497; 1458284; 1678485; 1732314; 2106017; 2381417; 3006596; 3006597; 466540; 483782; 484155; 4889913; 60122153.2; 602004011681.5-08; 6707044; 68657; 7034300; 7110035; 7154093; 7157705; 7237946; 7312822; 7332716; 7336823; 7544944; 7667198; 7809258; 7826736; 8,018,649 B2; 8,153,971; 8212210 B2; 8289372; 8354639 B2; 8384783; D540838; D549758; D579475; D584755; D599,392; D615,113; D664,580; D664,581; D665,004; D665,440; DI6702302-9; DI6803572-1; DI6903617-9; DI7002221-6; DI7002891-5; DI7002892-3; DI7005799-0; DM/057692; DM/061609; ZL01823221.3; ZL01823226.4; ZL02331553.9; ZL02331554.7; ZL200480034894.0; ZL200530120994.2; ZL200610088759.5; ZL200630130114.4; ZL200730151141.4; ZL200730339504.7; ZL200820105768.8; ZL200830128581.2; ZL200880105769.2; ZL200930190061.9; ZL201030176127.1; ZL201030176130.3; ZL201030176157.2; ZL201030595931.3; ZL201130442354.9.

1.8 EULA Terms

- You have acquired a device ("INFRARED CAMERA") that includes software licensed by Flir Systems AB from Microsoft Licensing, GP or its affiliates ("MS"). Those installed software products of MS origin, as well as associated media, printed materials, and "online" or electronic documentation ("SOFTWARE") are protected by international intellectual property laws and treaties. The SOFTWARE is licensed, not sold. All rights reserved.

-
- IF YOU DO NOT AGREE TO THIS END USER LICENSE AGREEMENT (“EULA”), DO NOT USE THE DEVICE OR COPY THE SOFTWARE. INSTEAD, PROMPTLY CONTACT Flir Systems AB FOR INSTRUCTIONS ON RETURN OF THE UNUSED DEVICE(S) FOR A REFUND. **ANY USE OF THE SOFTWARE, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO USE ON THE DEVICE, WILL CONSTITUTE YOUR AGREEMENT TO THIS EULA (OR RATIFICATION OF ANY PREVIOUS CONSENT).**
 - **GRANT OF SOFTWARE LICENSE.** This EULA grants you the following license:
 - You may use the SOFTWARE only on the DEVICE.
 - **NOT FAULT TOLERANT.** THE SOFTWARE IS NOT FAULT TOLERANT. Flir Systems AB HAS INDEPENDENTLY DETERMINED HOW TO USE THE SOFTWARE IN THE DEVICE, AND MS HAS RELIED UPON Flir Systems AB TO CONDUCT SUFFICIENT TESTING TO DETERMINE THAT THE SOFTWARE IS SUITABLE FOR SUCH USE.
 - **NO WARRANTIES FOR THE SOFTWARE.** THE SOFTWARE is provided “AS IS” and with all faults. THE ENTIRE RISK AS TO SATISFACTORY QUALITY, PERFORMANCE, ACCURACY, AND EFFORT (INCLUDING LACK OF NEGLIGENCE) IS WITH YOU. ALSO, THERE IS NO WARRANTY AGAINST INTERFERENCE WITH YOUR ENJOYMENT OF THE SOFTWARE OR AGAINST INFRINGEMENT. **IF YOU HAVE RECEIVED ANY WARRANTIES REGARDING THE DEVICE OR THE SOFTWARE, THOSE WARRANTIES DO NOT ORIGINATE FROM, AND ARE NOT BINDING ON, MS.**
 - No Liability for Certain Damages. **EXCEPT AS PROHIBITED BY LAW, MS SHALL HAVE NO LIABILITY FOR ANY INDIRECT, SPECIAL, CONSEQUENTIAL OR INCIDENTAL DAMAGES ARISING FROM OR IN CONNECTION WITH THE USE OR PERFORMANCE OF THE SOFTWARE. THIS LIMITATION SHALL APPLY EVEN IF ANY REMEDY FAILS OF ITS ESSENTIAL PURPOSE. IN NO EVENT SHALL MS BE LIABLE FOR ANY AMOUNT IN EXCESS OF U.S. TWO HUNDRED FIFTY DOLLARS (U.S.\$250.00).**
 - **Limitations on Reverse Engineering, Decompilation, and Disassembly.** You may not reverse engineer, decompile, or disassemble the SOFTWARE, except and only to the extent that such activity is expressly permitted by applicable law notwithstanding this limitation.
 - **SOFTWARE TRANSFER ALLOWED BUT WITH RESTRICTIONS.** You may permanently transfer rights under this EULA only as part of a permanent sale or transfer of the Device, and only if the recipient agrees to this EULA. If the SOFTWARE is an upgrade, any transfer must also include all prior versions of the SOFTWARE.
 - **EXPORT RESTRICTIONS.** You acknowledge that SOFTWARE is subject to U.S. export jurisdiction. You agree to comply with all applicable international and national laws that apply to the SOFTWARE, including the U.S. Export Administration Regulations, as well as end-user, end-use and destination restrictions issued by U.S. and other governments. For additional information see <http://www.microsoft.com/exporting/>.

1.9 EULA Terms

Qt4 Core and Qt4 GUI, Copyright ©2013 Nokia Corporation and FLIR Systems AB. This Qt library is a free software; you can redistribute it and/or modify it under the terms of the GNU Lesser General Public License as published by the Free Software Foundation; either version 2.1 of the License, or (at your option) any later version. This library is distributed in the hope that it will be useful, but WITHOUT ANY WARRANTY; without even the implied warranty of MERCHANTABILITY or FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. See the GNU Lesser General Public License, <http://www.gnu.org/licenses/lgpl-2.1.html>. The source code for the libraries Qt4 Core and Qt4 GUI may be requested from FLIR Systems AB.

**VARNING**

Tillämplighet: Kameror med ett eller flera batterier.

Försök inte plocka isär eller förändra batteriet. Batteriet innehåller säkerhets- och skyddsanordningar. Om dessa skadas kan batteriet bli varmt, explodera eller antändas.

**VARNING**

Tillämplighet: Kameror med ett eller flera batterier.

Gnugga dig inte i ögonen om batteriet läcker och du får batterivätska i ögonen. Skölj rikligt med vatten och sök läkare omedelbart, om detta skulle inträffa. Batterivätskan kan skada ögonen om du inte gör detta.

**VARNING**

Tillämplighet: Kameror med ett eller flera batterier.

Fortsätt inte att ladda batteriet om det inte har blivit fulladdat inom den angivna laddningstiden. Om du fortsätter att ladda batteriet kan det bli varmt, explodera eller antändas.

**VARNING**

Tillämplighet: Kameror med ett eller flera batterier.

Använd endast rätt utrustning när du laddar ur batteriet. Om du inte använder rätt utrustning kan batteriets prestanda eller livslängd försämrats. Om du inte använder rätt utrustning kan det uppstå felaktiga strömmar i batteriet. Batteriet kan då överhettas, explodera eller ge personskador.

**VARNING**

Läs all säkerhetsinformation och varningstext på vätskebehållarna innan du använder innehållet. Vätskorna kan vara farliga.

**OBSERVERA**

Rikta inte värmekameran (med eller utan linsskydd) mot starka energikällor, exempelvis enheter som avger laserstrålning, eller solen. Detta kan inverka negativt på kamerans noggrannhet. Även kamerans detektor kan skadas.

**OBSERVERA**

Använd inte kameran vid högre temperaturer än +50 °C, om inte annat anges i användardokumentationen eller tekniska data. Höga temperaturer kan skada kameran.

**OBSERVERA**

Tillämplighet: Kameror med ett eller flera batterier.

Anslut inte batterierna direkt till ett cigarettändaruttag i en bil, såvida inte en särskild adapter för detta ändamål har levererats från Flir Systems.

**OBSERVERA**

Tillämplighet: Kameror med ett eller flera batterier.

Kortslut inte batteriets positiva och negativa poler med något metallföremål (exempelvis en ståltråd).

**OBSERVERA**

Tillämplighet: Kameror med ett eller flera batterier.

Utsätt inte batteriet för vatten eller saltvatten och skydda det från väta.

**OBSERVERA**

Tillämplighet: Kameror med ett eller flera batterier.

Gör inga hål i batteriet. Slå inte på batteriet med en hammare. Trampa inte på batteriet och undvik slag och stötar.

**OBSERVERA**

Tillämplighet: Kameror med ett eller flera batterier.

Utsätt inte batterierna för öppen låga eller direkt solsken. När batteriet blir varmt aktiveras den inbyggda säkerhetsanordningen som kan stoppa laddningen av batteriet. Om batteriet blir varmt kan säkerhetsanordningen skadas och detta kan öka risken för värme, skador eller antändning av batteriet.

**OBSERVERA**

Tillämplighet: Kameror med ett eller flera batterier.

Utsätt inte batterierna för öppen låga. Värm inte heller upp batteriet.

**OBSERVERA**

Tillämplighet: Kameror med ett eller flera batterier.

Placera inte batteriet på eller i närheten av eldstäder, spisar eller andra ställen med höga temperaturer.

**OBSERVERA**

Tillämplighet: Kameror med ett eller flera batterier.

Gör inga lödningar direkt mot batteriet.

**OBSERVERA**

Tillämplighet: Kameror med ett eller flera batterier.

Om du medan du använder, laddar eller förvarar batteriet märker att det luktar konstigt, att batteriet känns varmt, att det ändrar färg eller form eller uppvisar andra avvikelser, får du inte fortsätta att använda det. Kontakta närmaste återförsäljare om något av dessa problem uppstår.

**OBSERVERA**

Tillämplighet: Kameror med ett eller flera batterier.

Använd endast en godkänd batteriladdare när du laddar batteriet.

**OBSERVERA**

Tillämplighet: Kameror med ett eller flera batterier.

Temperaturområdet som batteriet kan laddas inom är $\pm 0^{\circ}\text{C}$ till $+45^{\circ}\text{C}$, om inte annat anges i användardokumentationen eller i tekniska data. Om batteriet laddas vid temperaturer utanför detta område kan det överhettas eller förstöras. Batteriets prestanda eller livslängd kan också försämrats.

**OBSERVERA**

Tillämplighet: Kameror med ett eller flera batterier.

Temperaturområdet som batteriet kan laddas ur inom är -15°C till $+50^{\circ}\text{C}$, om inte annat anges i användardokumentationen eller tekniska data. Om batteriet används vid temperaturer utanför detta område kan dess prestanda eller livslängd försämrats.

**OBSERVERA**

Tillämplighet: Kameror med ett eller flera batterier.

Isolera polerna på ett utbränt batteri med tejp eller liknande innan det omhändertas.

	OBSERVERA
Tillämplighet: Kameror med ett eller flera batterier. Torka batteriet fritt från vatten och fukt innan du installerar det.	
	OBSERVERA
Använd inte lösningsmedel eller liknande vätskor på kameran, kablar eller andra delar. Det kan orsaka skador.	
	OBSERVERA
Var försiktig när du rengör det infraröda objektivet. Objektivet har en ömtålig antireflexbeläggning.	
	OBSERVERA
Rengör det infraröda objektivet varsamt så att inte antireflexbeläggningen skadas.	
	OBSERVERA
Kapslingsklassen gäller endast när samtliga öppningar i kameran är förslutna med avsett hölje, lock eller kåpa. Detta innefattar, men är inte begränsat till, fack för datalagring, batterier och uttag.	

3.1 Användarforum

Utbyt idéer, lös problem och diskutera lösningar med andra termograförer över hela världen i våra användarforum, som finns på:

<http://www.infraredtraining.com/community/boards/>

3.2 Kalibrering

Vi rekommenderar att du skickar in kameran för kalibrering en gång per år. Fråga ditt lokala försäljningskontor om vart du ska skicka kameran.

3.3 Noggrannhet

Om du behöver mycket noggranna resultat bör du vänta fem minuter efter att du har startat kameran innan du mäter en temperatur.

3.4 Avyttring av elektroniskt skrot



Precis som med annan elektronik måste den här utrustningen kasseras på ett miljövänligt sätt, i enlighet med gällande föreskrifter om elektroniskt avfall.

Kontakta din Flir Systems-återförsäljare om du vill ha mer information.

3.5 Utbildning

Information om termografiutbildning finns på:

- <http://www.infraredtraining.com>
- <http://www.irtraining.com>
- <http://www.irtraining.eu>

3.6 Uppdateringar av dokumentationen

Våra handböcker uppdateras flera gånger per år och vi ger även regelbundet ut produktkritiska ändringsmeddelanden.

Du hittar våra senaste handböcker och meddelanden på fliken Download på:

<http://support.flir.com>

Att registrera sig på nätet tar bara några minuter. På nedladdningsavdelningen finns även de senaste utgåvorna av handböckerna för våra övriga produkter samt handböcker för äldre och utgångna produkter.

3.7 Viktig information om handboken

Flir Systems ger ut allmänna handböcker som behandlar flera kameror i en modellserie.

Det innebär att den här handboken kan innehålla beskrivningar och förklaringar som inte gäller för din kameramodell.

FLIR Customer Support Center

[Home](#) [Answers](#) [Ask a Question](#) [Product Registration](#) [Downloads](#) [My Stuff](#) [Service](#)

FLIR Customer support

Get the most out of your FLIR products

Get Support for Your FLIR Products

Welcome to the FLIR Customer Support Center. This portal will help you as a FLIR customer to get the most out of your FLIR products. The portal gives you access to:

- The FLIR Knowledgebase
- Ask our support team (requires registration)
- Software and documentation (requires registration)
- FLIR service contacts

Find Answers

We store all resolved problems in our solution database. Search by product, category, keywords, or phrases.

Search by Keyword

[Search All Answers](#)

[See All Popular Answers](#)

4.1 Allmänt

För teknisk support besöker du:

<http://support.flir.com>

4.2 Skicka en fråga

Endast registrerade användare kan ställa frågor till vår tekniska support. Att registrera sig tar bara några minuter. Om du bara vill söka efter befintliga frågor och svar i kunskapsdatabasen behöver du inte vara registrerad.

Ha följande information till hands när du ställer en fråga:

- Kameramodellen
- Kamerans serienummer
- Kommunikationsprotokollet (eller kommunikationsmetoden) mellan kameran och enheten (till exempel HDMI, Ethernet, USB eller FireWire)
- Enhetstyp (PC/Mac/iPhone/iPad/Android-enhet osv.)
- Version av program från Flir Systems
- Handbokens fullständiga namn, publikationsnummer och revisionsnummer

4.3 Hämta filer

På webbplatsen för teknisk support kan du även hämta följande:

- Uppdateringar för värmekamerans inbyggda programvara.
- Uppdateringar för PC-/Mac-programvara.
- Freeware och testversioner av PC-/Mac-programvara.
- Användardokumentation för aktuella, äldre och utgångna produkter.
- Mekaniska ritningar (i *.dxf- och *.pdf-format).
- Cad-datamodeller (i *.stp-format).
- Information om användningsområden
- Tekniska datablad.
- Produktkataloger.

5.1 Tillvägagångssätt

Gör så här:

1. Ladda batteriet. Det kan du göra på tre olika sätt:

- Ladda batteriet i den fristående batteriladdaren från Flir.
- Ladda batteriet med nätaggregatet från Flir.
- Ladda batteriet med en USB-kabel ansluten till en dator.

ANM.

Att ladda kameran med en USB-kabel ansluten till en dator tar *avsevärt* längre tid än att använda nätaggregatet från Flir eller den fristående batteriladdaren från Flir.

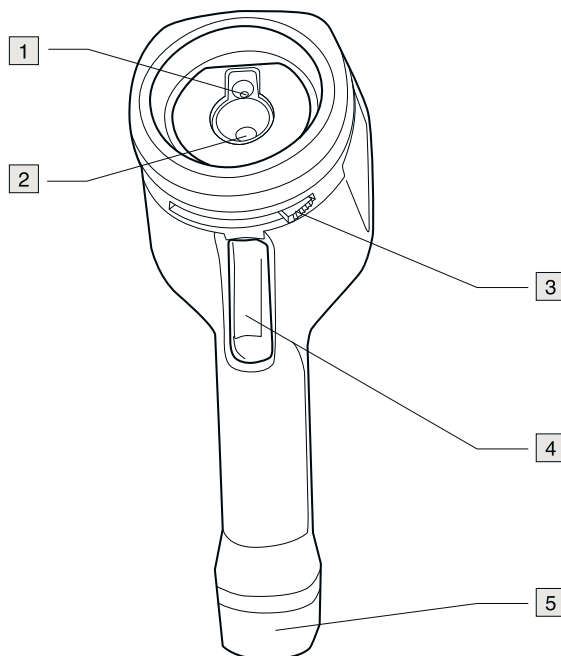
2. Slå på kameran genom att trycka på på/av-knappen .
3. Öppna objektivskyddet genom att trycka på spaken för skyddet.
4. Rikta kameran mot målet.
5. Spara en bild genom att trycka på avtryckaren.

(Valfria steg)

6. Installera Flir Tools på datorn.
7. Starta Flir Tools.
8. Anslut kameran till din dator med hjälp av USB-kabeln.
9. Importera bilderna i Flir Tools.
10. Skapa en PDF-rapport i Flir Tools.

6.1 Kamerans delar

6.1.1 Figur

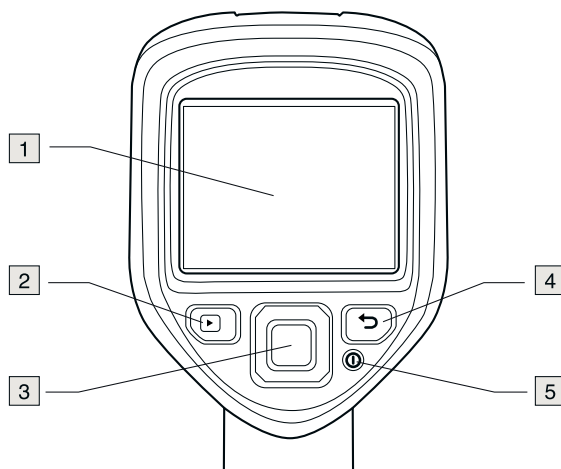


6.1.2 Förklaring

1. Digitalkameraobjektiv.
2. Infrarött objektiv.
3. Spak för att öppna och stänga objektivskyddet.
4. Avtryckare för att spara bilder.
5. Batteri.

6.2 Knappsats

6.2.1 Figur



6.2.2 Förklaring

1. Kamerans skärm.

2. Arkivknappen .

Funktion:

- Tryck på knappen om du vill öppna bildarkivet.

3. Styrplatta.

Funktion:

- Tryck vänster/höger eller upp/ned för att navigera i menyerna, undermenyerna och dialogrutorna.
- Bekräfta genom att trycka på mitten.

4. Knappen Avbryt .

Funktion:

- Tryck här för att ångra ett val.
- Tryck här för att gå bakåt i menysystemet.

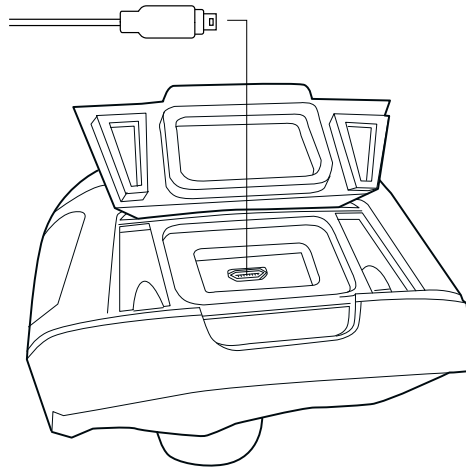
5. På/Av-knapp .

Funktion:

- Tryck på knappen om du vill slå på kameran.
- Tryck in och håll ned knappen i minst en sekund om du vill stänga av kameran.

6.3 Kontakter

6.3.1 Figur



6.3.2 Förklaring

Denna USB mini-B-kontakt har följande syfte:

- Att ladda batteriet med nätaggregatet från Flir.
- Att ladda batteriet med en USB-kabel ansluten till en dator.

ANM.

Att ladda kameran med en USB-kabel ansluten till en dator tar *avsevärt* längre tid än att använda nätaggregatet från eller den fristående batteriladdaren från .

- Flytta bilder från kameran till en dator för vidare analys i Flir Tools.

ANM.

Installera Flir Tools på din dator innan du flyttar bilderna.

6.4 Skärmelement

6.4.1 Figur



6.4.2 Förklaring

1. Huvudmenyns verktygsfält.
2. Undermenyns verktygsfält.
3. Exponeringsmätare.
4. Resultattabell.
5. Ikoner för status.
6. Temperaturskala.

7.1 Ladda batteriet

7.1.1 Ladda batteriet med nätaggregatet från Flir

Gör så här:

1. Anslut nätaggregatet till ett vägguttag.
2. Anslut spänningskabeln till kamerans USB-kontakt.

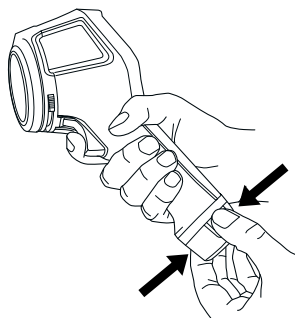
ANM.

Laddningstiden för ett helt urladdat batteri är 2 timmar.

7.1.2 Ladda batteriet i den fristående batteriladdaren från Flir.

Gör så här:

1. Anslut den fristående batteriladdaren till ett vägguttag.
2. Ta bort batteriet från kameran.



3. Sätt batteriet i den fristående batteriladdaren.

ANM.

- Laddningstiden för ett helt urladdat batteri är 2 timmar.
- Batteriet laddas när den blå lysdioden blinkar.
- Batteriet är fulladdat när den blå lysdioden lyser med fast sken.

7.1.3 Ladda batteriet med en USB-kabel

Gör så här:

1. Anslut kameran till en dator med hjälp av en USB-kabel.

ANM.

- Datorn måste vara påslagen för att ladda kameran.
- Att ladda kameran med en USB-kabel ansluten till en dator tar *avsevärt* längre tid än att använda nätaggregatet från eller den fristående batteriladdaren från .

7.2 Spara en bild

7.2.1 Allmänt

Du kan spara flera bilder i kamerans internminne.

7.2.2 Bildkapacitet

Ungefär 500 bilder kan sparas i kamerans internminne.

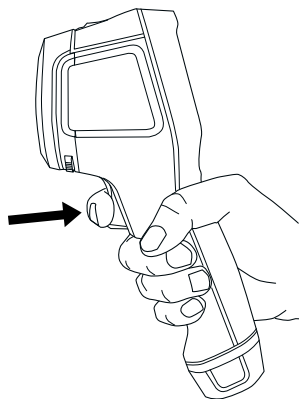
7.2.3 Namnkonvention

Namnkonventionen för bilder är *FLIRxxxx.jpg* där *xxxx* är ett unikt nummer.

7.2.4 Tillvägagångssätt

Gör så här:

1. Om du vill spara en bild trycker du på avtryckaren.



7.3 Hämta bilder

7.3.1 Allmänt

När du sparar en bild lagras den i kamerans interna minne. Bilden kan hämtas från kamerans interna minne när du vill visa den igen.

7.3.2 Tillvägagångssätt

Gör så här:

1. Tryck på arkivknappen .
2. Markera den bild du vill visa genom att trycka styrplattan åt vänster/höger eller upp/ned.
3. Tryck på styrplattans mitt. Då visas den valda bilden.
4. För att återgå till realtidsläget trycker du på knappen Avbryt  flera gånger eller trycker på knappen Arkiv .

7.4 Radera en bild

7.4.1 Allmänt

Du kan ta bort en eller flera bilder från kamerans internminne.

7.4.2 Tillvägagångssätt

Gör så här:

1. Tryck på arkivknappen .
2. Markera den bild du vill visa genom att trycka styrplattan åt vänster/höger eller upp/ned.
3. Tryck på styrplattans mitt. Då visas den valda bilden.
4. Tryck på styrplattans mitt. Då visas ett verktygsfält.
5. Välj *Ta bort*  i verktygsfältet.

7.5 Radera alla bilder

7.5.1 Allmänt

Du kan ta bort alla bilder ur kamerans internminne.

7.5.2 Tillvägagångssätt

Gör så här:

1. Tryck på styrplattans mitt. Då visas ett verktygsfält.
2. Välj *Inställningar*  i verktygsfältet. Då visas en dialogruta.
3. Välj *Enhetsinställningar* i dialogrutan. Då visas en dialogruta.
4. Välj *Återställ* i dialogrutan. Då visas en dialogruta.
5. Välj *Ta bort alla bilder* i dialogrutan.

7.6 Mäta en temperatur med en mätpunkt

7.6.1 Allmänt

Du kan mäta en temperatur med hjälp av en mätpunkt. Temperaturen visas vid mätpunktens position på skärmen.

7.6.2 Tillvägagångssätt

Gör så här:

1. Tryck på styrplattans mitt. Då visas ett verktygsfält.
2. Välj *Mätning*  i verktygsfältet. Då visas ett verktygsfält.
3. Välj *Mittpunkt*  i verktygsfältet.
Nu visas temperaturen vid mätpunktens position i det övre vänstra hörnet på skärmen.

7.7 Att mäta den varmaste temperaturen inuti ett område

7.7.1 Allmänt

Du kan mäta den varmaste temperaturen inuti ett område. Då visas en rörlig mätpunkt som anger den varmaste temperaturen.

7.7.2 Tillvägagångssätt

Gör så här:

1. Tryck på styrplattans mitt. Då visas ett verktygsfält.
2. Välj *Mätning*  i verktygsfältet. Då visas ett verktygsfält.
3. Välj *Auto-hot spot*  i verktygsfältet.

7.8 Att mäta den kallaste temperaturen inuti ett område

7.8.1 Allmänt

Du kan mäta den kallaste temperaturen inuti ett område. Då visas en rörlig mätpunkt som anger den kallaste temperaturen.

7.8.2 Tillvägagångssätt

Gör så här:

1. Tryck på styrplattans mitt. Då visas ett verktygsfält.
2. Välj *Mätning*  i verktygsfältet. Då visas ett verktygsfält.
3. Välj *Auto-cold spot*  i verktygsfältet.

7.9 Dölja mätverktyg

7.9.1 Tillvägagångssätt

Gör så här:

1. Tryck på styrplattans mitt. Då visas ett verktygsfält.
2. Välj *Mätning*  i verktygsfältet. Då visas ett verktygsfält.

3. Välj *Inga mätningar*  i verktygsfältet.

7.10 Ändra färgpaletten

7.10.1 Allmänt

Du kan ändra den färgpalett som ska användas för att visa olika temperaturer. En annan färgpalett kan underlätta analysen av en bild.

7.10.2 Tillvägagångssätt

Gör så här:

1. Tryck på styrplattans mitt. Då visas ett verktygsfält.
2. Välj *Färg*  i verktygsfältet. Då visas ett verktygsfält.
3. Välj en ny färgpalett i verktygsfältet.

7.11 Ändra bildläge

7.11.1 Allmänt

Kameran har fem olika bildlägen:

- *MSX* (Multi Spectral Dynamic Imaging): I detta läge visar kameran en infraröd bild där objektets kanter är förstärkta.



- *Infraröd*: Kameran visar en helt värmebaserad bild.



- *Bild i bild (stor)*: Kameran visar en digital kamerabild med en stor överlagrad infraröd bildruta.



- *Bild i bild* (liten): Kameran visar en digital kamerabild med en liten överlagrad infraröd bildruta.



- *Digitalkamera*: Kameran visar en digital kamerabild.



7.11.2 Tillvägagångssätt

Gör så här:

1. Tryck på styrplattans mitt. Då visas ett verktygsfält.
2. Välj *Bildläge*  i verktygsfältet. Då visas ett verktygsfält.
3. Välj något av följande i verktygsfältet:
 - *MSX* 
 - *Infraröd* 
 - *Bild i bild* (stor) 
 - *Bild i bild* (liten) 
 - *Digitalkamera* 

7.12 Ändra temperaturskalans läge

7.12.1 Allmänt

Kameran har två lägen med olika temperaturskalor:

- *Läget Auto*: I detta läget anpassas kontinuerligt kamerans ljusstyrka och kontrast automatiskt för bästa ljusstyrka och kontrast i bilden.
- *Läget Lås*: I detta läget är temperaturspannet och temperaturnivån låsta av kameran.

7.12.2 Användningsområde för läget Lås

En typisk situation där läget *Lås* passar bra att använda är när du letar efter temperaturavvikelser hos två objekt med liknande beskaffenhet eller konstruktion.

Om du till exempel undersöker två kablar, varav den ena befaras vara överhettad, kommer detta att framgå tydligt i läget *Lås*. Den högre temperaturen i den ena kabeln kommer att visas med *ljusare* färg för den *högre* temperaturen.

Om du i stället använder läget *Auto* kommer de två objektens färger att vara likadana.

7.12.3 Tillvägagångssätt

Gör så här:

1. Tryck på styrplattans mitt. Då visas ett verktygsfält.
2. Välj *Temperaturskala*  i verktygsfältet. Då visas ett verktygsfält.
3. Välj något av följande i verktygsfältet:
 - *Auto* .
 - *Lås* .

7.13 Att ställa in emissiviteten som en ytegenskap

7.13.1 Allmänt

För tillförlitlig mätning av temperaturer måste kameran få information om vilken typ av yta du mäter. Du kan välja mellan följande ytegenskaper:

- *Matt.*
- *Halvmatt.*
- *Halvblank.*

Mer information om emissivitet finns i avsnitt 13 *Termografiska mätmetoder*, sida 33.

7.13.2 Tillvägagångssätt

Gör så här:

1. Tryck på styrplattans mitt. Då visas ett verktygsfält.
2. Välj *Inställningar*  i verktygsfältet. Då visas en dialogruta.
3. Välj *Mätparametrar* i dialogrutan. Då visas en dialogruta.
4. Välj *Emissivitet* i dialogrutan. Då visas en dialogruta.
5. Välj något av följande i dialogrutan:
 - *Matt.*
 - *Halvmatt.*
 - *Halvblank.*

7.14 Att ställa in emissiviteten som ett specialmaterial

7.14.1 Allmänt

I stället för att ange en ytegenskap som matt, halvmatt eller halvblank kan du ange ett specialmaterial från en lista med material.

Mer information om emissivitet finns i avsnitt 13 *Termografiska mätmetoder*, sida 33.

7.14.2 Tillvägagångssätt

Gör så här:

1. Tryck på styrplattans mitt. Då visas ett verktygsfält.
2. Välj *Inställningar*  i verktygsfältet. Då visas en dialogruta.
3. Välj *Mätparametrar* i dialogrutan. Då visas en dialogruta.
4. Välj *Emissivitet* i dialogrutan. Då visas en dialogruta.
5. Välj *Specialmaterial* i dialogrutan. Då visas en lista med material med känd emissivitet.
6. Välj materialet i listan.

7.15 Att ändra emissiviteten som ett anpassat värde

7.15.1 Allmänt

För mycket exakta mätningar kan du behöva ställa in emissiviteten i stället för att välja en ytegenskap eller ett specialmaterial. Du behöver också förstå hur emissivitet och reflektivitet påverkar mätningar, i stället för att bara välja en ytegenskap.

Emissivitet är en egenskap som visar hur mycket strålning ett objekt avger till skillnad från hur mycket som reflekteras av det. Ett lägre värde innebär att en större andel reflekteras, medan ett högt värde innebär att en mindre andel reflekteras.

Polerat rostfritt stål har exempelvis en emissivitet på 0,14, medan ett strukturerat PVC-golv vanligen har en emissivitet på 0,93.

Mer information om emissivitet finns i avsnitt 13 *Termografiska mätmetoder*, sida 33.

7.15.2 Tillvägagångssätt

Gör så här:

1. Tryck på styrplattans mitt. Då visas ett verktygsfält.
2. Välj *Inställningar*  i verktygsfältet. Då visas en dialogruta.
3. Välj *Mätparametrar* i dialogrutan. Då visas en dialogruta.
4. Välj *Emissivitet* i dialogrutan. Då visas en dialogruta.
5. Välj *Specialvärde* i dialogrutan. En dialogruta visas där du kan ange ett anpassat värde.

7.16 Ändra den reflekterade märkbara temperaturen

7.16.1 Allmänt

Med den här parametern kompenseras den strålning som reflekteras i objektet. Om emissiviteten är låg och objektets temperatur är avsevärt annorlunda än den reflekterade temperaturen, är det viktigt att ange och kompensera för den reflekterade märkbara temperaturen på rätt sätt.

Mer information om reflekterad skenbar temperatur finns i avsnitt 13 *Termografiska mätmetoder*, sida 33.

7.16.2 Tillvägagångssätt

Gör så här:

1. Tryck på styrplattans mitt. Då visas ett verktygsfält.
2. Välj *Inställningar*  i verktygsfältet. Då visas en dialogruta.
3. Välj *Mätparametrar* i dialogrutan. Då visas en dialogruta.
4. Välj *Reflekterad temperatur* i dialogrutan. En dialogruta visas där du kan ange ett värde.

7.17 Ändra inställningarna

7.17.1 Allmänt

Du kan ändra ett flertal kamerainställningar, bland annat dessa:

- *Region och tid:*
 - *Språk.*
 - *Temperaturenhet.*
 - *Datum & tid.*
 - *Datum- & tidsformat.*
- *Återställ:*
 - *Återställ kameran till standardläge.*
 - *Återställ enheten till fabriksinställningarna.*
 - *Ta bort alla bilder.*
- *Ström:*
 - *Automatisk avstängning.*
 - *Skärmens ljusstyrka.*
- *Spara som separat JPEG:* När detta menykommando väljs sparas det digitala fotot från den kameran för synligt ljus med fullt synfält som en separat JPEG-bild.

-
- *Kamerainformation*: Med detta menykommando visas diverse information om kameran, såsom modell, serienummer, programvaruversion, senaste kalibreringsdatum m. m.

7.17.2 Tillvägagångssätt

Gör så här:

1. Tryck på styrplattans mitt. Då visas ett verktygsfält.
2. Välj *Inställningar*  i verktygsfältet. Då visas en dialogruta.
3. Välj *Enhetsinställningar* i dialogrutan. Då visas en dialogruta.
4. Välj den inställning i dialogrutan som du vill ändra och använd styrplattan för att visa ytterligare dialogrutor.

7.18 Uppdatera kameran

7.18.1 Allmänt

Det är viktigt att du uppdaterar din kamera för att dra nytta av den senaste fasta programvaran till kameran. Du uppdaterar din kamera med Flir Tools.

7.18.2 Tillvägagångssätt

Gör så här:

1. Starta Flir Tools.
2. Starta kameran.
3. Anslut kameran till datorn med hjälp av USB-kabeln.
4. Klicka på *Sök efter uppdateringar* i *Hjälp*-menyn Flir Tools.
5. Följ anvisningarna på skärmen.

Tekniska data för den här produkten finns i produktkatalogen och/eller de tekniska databladerna på cd-skivan med användardokumentation som medföljer produkten.

Produktkatalogen och databladerna finns även på <http://support.flir.com>.

9.1 Kamerahus, kablar och andra delar

9.1.1 Vätskor

Använd en av följande vätskor:

- Varmt vatten
- Ett svagt rengöringsmedel

9.1.2 Utrustning

En mjuk trasa

9.1.3 Tillvägagångssätt

Gör så här:

1. Fukta trasan med vätskan.
2. Vrid ur trasan.
3. Rengör delen med trasan.



OBSERVERA

Använd inte lösningsmedel eller liknande vätskor på kameran, kablar eller andra delar. Det kan orsaka skador.

9.2 IR-objektiv

9.2.1 Vätskor

Använd en av följande vätskor:

- En kommersiell linsrengöringsvätska med minst 30 % isopropylalkohol.
- 96 % etanol (C_2H_5OH).
- DEE (= "eter" = dietyleter, $C_4H_{10}O$).
- 50 % aceton (= dimetylketon, $(CH_3)_2CO$) + 50 % etanol (per volymenhet). Denna vätska förhindrar torkmärken på linsen.

9.2.2 Utrustning

Bomull

9.2.3 Tillvägagångssätt

Gör så här:

1. Fukta bomullen med vätskan.
2. Vrid ur bomullen.
3. Rengör endast linsen en gång och kasta sedan bort bomullen.



VARNING

Läs all säkerhetsinformation och varningstext på vätskebehållarna innan du använder innehållet. Vätskorna kan vara farliga.



OBSERVERA

- Var försiktig när du rengör det infraröda objektivet. Objektivet har en ömtålig antireflexbeläggning.
- Rengör det infraröda objektivet varsamt så att inte antireflexbeläggningen skadas.

10.1 Fukt- och vattenskador

10.1.1 Allmänt

Det är ofta möjligt att upptäcka fukt- och vattenskador i ett hus med hjälp av en värmekamera. Det beror dels på att det skadade området har en annan värmeledningsförmåga, dels på att området har en annan kapacitet att lagra värme än omgivande material.

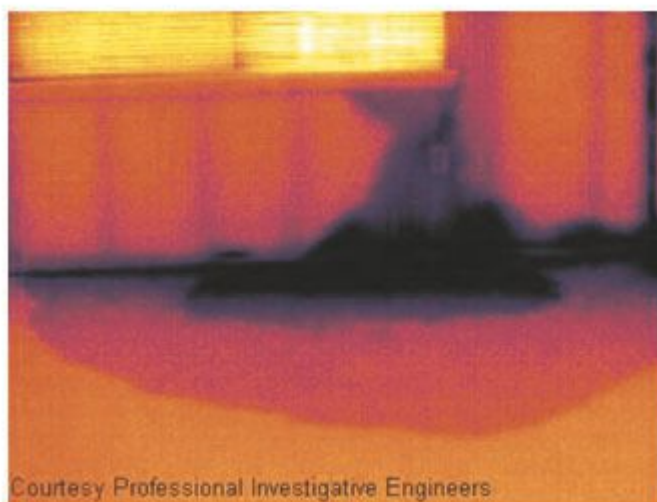
ANM.

Flera faktorer kan spela in när det gäller hur fukt- och vattenskador visas på en värmebild.

Uppvärmning och nedkyllning av dessa delar sker exempelvis med olika hastighet, beroende på material och tid på dygnet. Det är därför viktigt att även andra metoder för att kontrollera fukt- och vattenskador används.

10.1.2 Figur

På bilden nedan har ytterväggen omfattande vattenskador där vattnet har trängt igenom ytterpanelen på grund av ett felaktigt monterat fönsterbleck.



10.2 Dålig kontakt i anslutningspunkt

10.2.1 Allmänt

Beroende på vilken typ av anslutningspunkt det är, kan en felaktigt ansluten kabel resultera i en lokal temperaturökning. Temperaturökningen orsakas av den reducerade kontaktytan mellan den inkommande kabeln och anslutningspunkten och kan resultera i elektrisk brand.

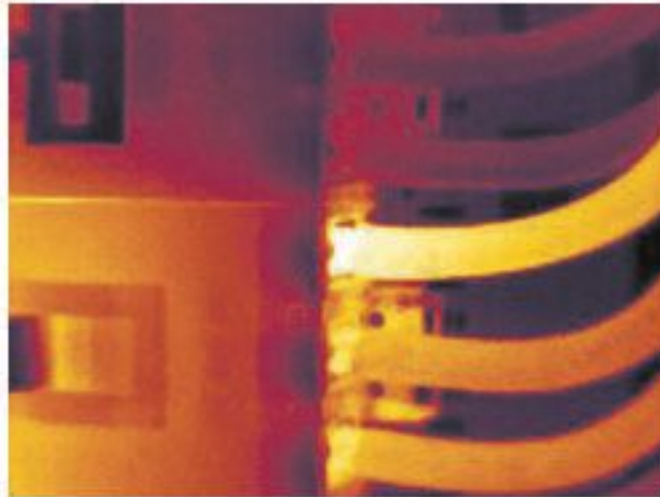
ANM.

Anslutningspunktens konstruktion kan skilja sig mycket åt mellan olika tillverkare. På grund av detta kan olika fel i en anslutningspunkt leda till samma typ av utseende i värmebilden.

En lokal temperaturökning kan även vara resultatet av en felaktig anslutning mellan kabeln och anslutningspunkten eller från olika belastning.

10.2.2 Figur

På bilden nedan har en felaktig anslutning av en kabel till en anslutningspunkt resulterat i en lokal temperaturökning.



10.3 Oxiderad anslutningspunkt

10.3.1 Allmänt

Beroende på vilken typ av anslutningspunkt det är och i vilken miljö den är installerad, kan det uppstå oxid på anslutningspunktens kontaktytor. Oxideringen kan leda till lokalt ökad resistans när anslutningspunkten belastas. Detta visas i en värmebild som en lokal temperaturökning.

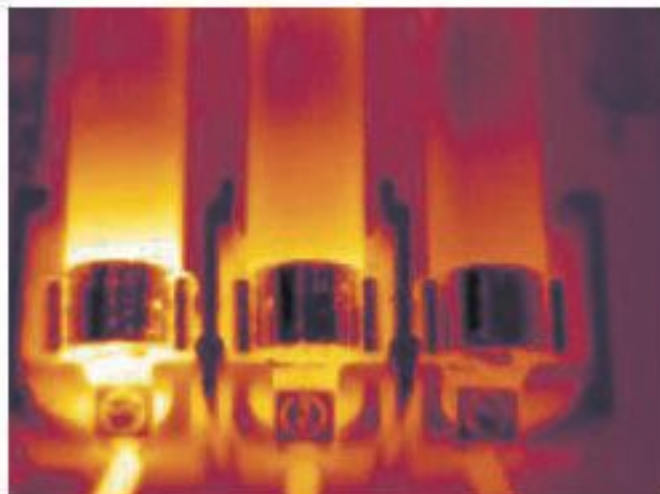
ANM.

Anslutningspunktens konstruktion kan skilja sig mycket åt mellan olika tillverkare. På grund av detta kan olika fel i en anslutningspunkt leda till samma typ av utseende i värmebilden.

En lokal temperaturökning kan även vara resultatet av en felaktig anslutning mellan kabeln och anslutningspunkten eller från olika belastning.

10.3.2 Figur

På bilden nedan visas säkringar där en av dem är varmare i kontaktytan mot säkringshållaren. På grund av säkringshållarens blanka metall syns inte temperaturökningen där. Däremot syns den på säkringens keramiska material.



10.4 Isoleringsfel

10.4.1 Allmänt

Isoleringsfel kan orsakas av isolering som förlorat volym över tiden och därför inte helt fyller hålrummet i en regelvägg.

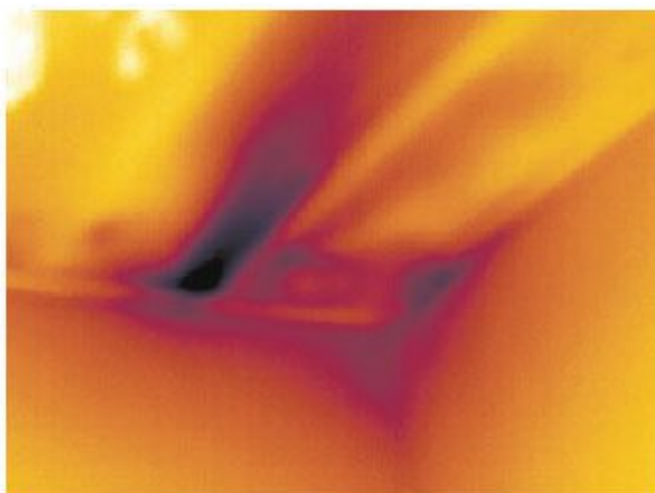
Med en värmekamera kan du se isoleringsfel eftersom de antingen har en annan värmeledningsförmåga än sektioner med rätt monterad isolering och/eller visar området där luft tränger igenom byggnadens struktur.

ANM.

När du kontrollerar en byggnad bör temperaturskillnaden mellan in- och utsida vara minst 10 °C. Vertikalreglar, vattenledningar, betongpelare och liknande delar kan likna ett isoleringsfel i en värmebild. Små skillnader kan även förekomma naturligt.

10.4.2 Figur

På bilden nedan saknas det isolering i takkonstruktionen. Eftersom det saknas isolering har luft passerat in i takkonstruktionen, vilket visas på ett annat karaktäristiskt sätt i värmebilden.



10.5 Drag

10.5.1 Allmänt

Drag kan finnas under golvlister, runt dörr- och fönsterfoder och ovanför innertaksmaterial. Denna typ av drag går ofta att upptäcka med en värmekamera. Draget visas som en kallare luftström som kylv ner omgivande ytor.

ANM.

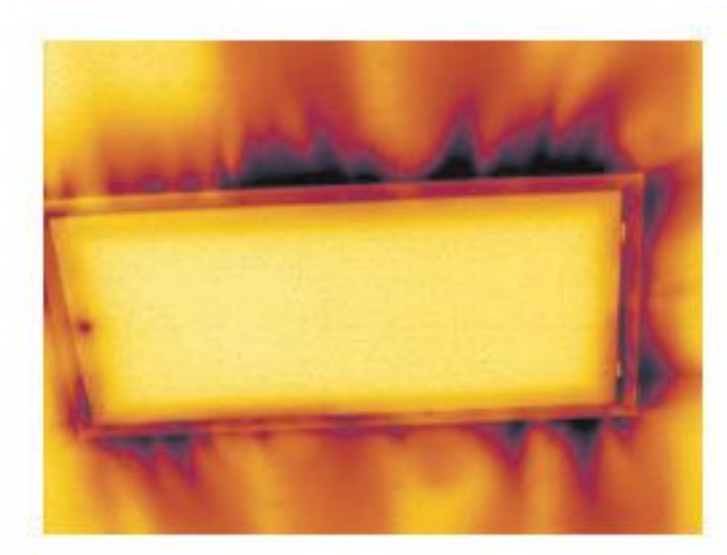
När du undersöker drag i ett hus ska det vara undertryck i huset. Stäng alla dörrar, fönster och luftkanaler och kör sedan utblåsningsfläkten i köket en stund innan du tar värmebilderna.

En värmebild av drag visar ofta ett typiskt strömmande mönster. Det strömmande mönstret visas tydligt på bilden nedan.

Tänk på att drag kan döljas av värme från golvvärmekretsar.

10.5.2 Figur

Bilden nedan visar en vindslucka där felaktig isolering resulterar i ett starkt drag.



Flir Systems grundades 1978 och banade väg för utvecklingen av avancerade värmebildsystem. Företaget är världsledande inom utveckling, tillverkning och försäljning av termiska bildsystem för ett stort antal användningsområden inom den kommersiella och industriella sektorn samt inom olika myndigheter. Idag förvaltar Flir Systems det historiska arvet från fem större företag som har gjort stora insatser inom infraröd teknik sedan 1958: det svenska AGEMA Infrared Systems (tidigare AGA Infrared Systems), de tre amerikanska företagen Indigo Systems, FSI och Inframetrics samt det franska företaget Cedip. I november 2007 förvärvades Extech Instruments av Flir Systems.

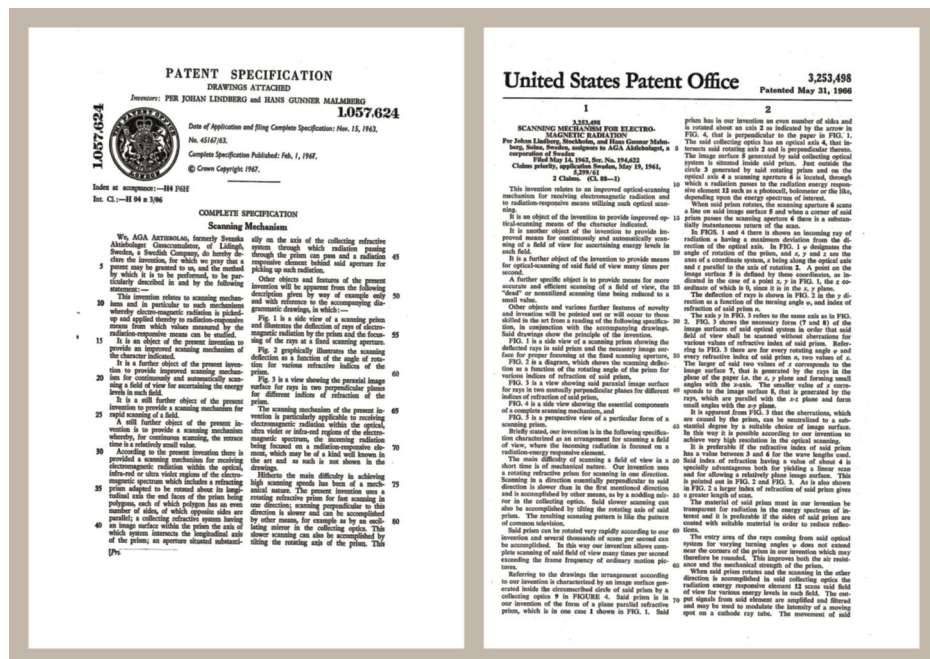


Figure 11.1 Patentdokument från tidigt 1960-tal

Företaget har sålt fler än 234,000 värmekameror över hela världen för användning inom förebyggande underhåll, FoU, icke-förstörande provning, processkontroll, automation med mera.

Flir Systems har tre produktionsanläggningar i USA (Portland, OR, Boston, MA samt Santa Barbara, CA) och en i Sverige (Stockholm). Sedan 2007 finns även en produktionsanläggning i Tallinn, Estland. Vi har direktförsäljningskontor i Belgien, Brasilien, Kina, Frankrike, Tyskland, Storbritannien, Hongkong, Italien, Japan, Korea, Sverige och USA, samt ett globalt nätverk med återförsäljare, som våra kunder från hela världen kan vända sig till.

Flir Systems är innovationsledande inom utvecklingen av värmekameror. Vi förturser marknadens krav genom att hela tiden förbättra våra nuvarande kameror samtidigt som vi utvecklar nya. Företaget har bland annat introducerat den första batteridrivna bärbara kameran för industriella besiktningar och den första okylda värmekameran – båda är milstolpar inom branschen.



Figur 11.2 VÄNSTER: Thermovision-modell 661 från 1969. Kameran vägde cirka 25 kg, oscilloskopet 20 kg och stativet 15 kg. Operatören behövde dessutom en 220 V växelströmsgenerator och en 10-liters-behållare med flytande kväve. Till vänster om oscilloskopet syns Polaroidtillsatsen (6 kg). HÖGER: Flir i7 från 2012. Vikt: 0,34 kg med batteri.

Flir Systems tillverkar själva alla vitala mekaniska och elektroniska komponenter till kamerasytemen – från utveckling och tillverkning av detektorn, via linser och systemelektronik, till slutlig testning och kalibrering. Alla steg utförs och övervakas av våra egna tekniker. Dessa specialister har kunskaper inom infraröd teknik som garanterar exakthet och driftsäkerhet hos alla vitala komponenter som finns i våra kameror.

11.1 Mer än bara en värmekamera

Flir Systems vet att vi måste göra mer än att bara producera de bästa värmekamerorna. Vi vill att alla som använder våra kameror ska kunna arbeta så effektivt som möjligt. Därför strävar vi efter den mest kraftfulla kombinationen av kamera och programvara. Vi har själva utvecklat särskilda program för förebyggande underhåll, FoU och processövervakning. De flesta programmen finns på en mängd olika språk.

Vi har tagit fram en mängd olika tillbehör så att du kan anpassa din utrustning för de mest krävande arbeten.

11.2 Vi delar med oss av vår kunskap

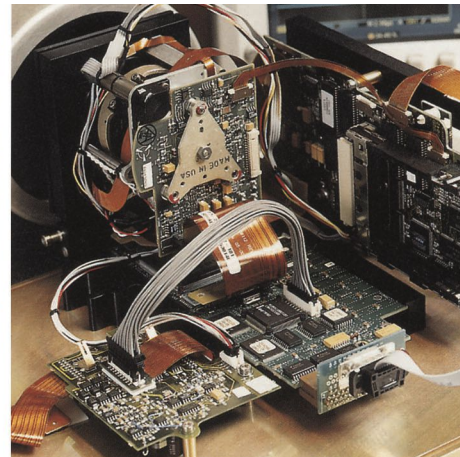
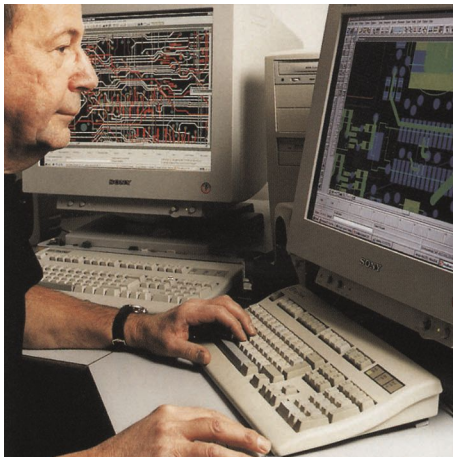
Även om våra kameror är användarvänliga handlar termografi om så mycket mer än att bara veta hur kameran ska hanteras. Därför har vi här på Flir Systems grundat ITC (Infrared Training Center), en separat affärsenhet som erbjuder certifierade utbildningar. Genom att gå på en av ITC-utbildningarna får du mycket praktisk erfarenhet.

Personalen på ITC ger dig också allt stöd du behöver när du ska omsätta teorin i praktiken.

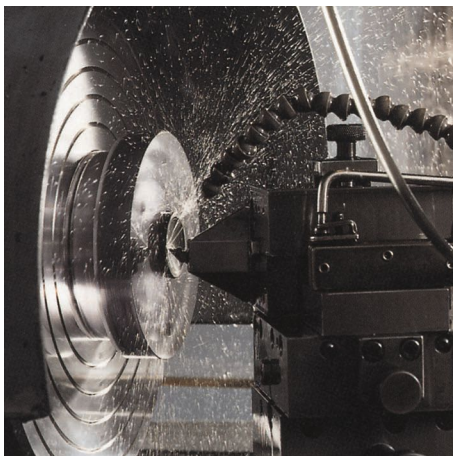
11.3 Stöd för våra kunder

Flir Systems har ett globalt servicenätverk som ser till att din kamera alltid fungerar. Om det uppstår problem med kameran finns all utrustning och kunskap på ditt lokala servicecenter, för snabbast tänkbara lösning. Du behöver inte skicka kameran till andra sidan jorden eller prata med någon som inte talar ditt språk.

11.4 Några bilder från våra anläggningar



Figur 11.3 VÄNSTER: Utveckling av systemelektronik; HÖGER: Provning av en FPA-detektor



Figur 11.4 VÄNSTER: Diamantsvarv; HÖGER: Linspolering



Figur 11.5 TILL VÄNSTER: Provning av värmekameror i vår klimatkammare; TILL HÖGER: Robot för provning och kalibrering av kameror.

absorption (absorptionsfaktör)	Den mängd strålning som absorberas av ett objekt dividerad med mängden mottagen strålning. Ett tal mellan 0 och 1.
atmosfär	Gaser som befinner sig mellan det objekt som mäts och kameran, vanligen luft.
autoanpassning	En funktion som får kameran att genomföra en intern bildkorrigering.
autopalett	IR-bilden visas med en ojämn fördelning av färger. Både kalla och varma objekt visas samtidigt.
beräknad atmosfärstransmission	Ett transmissionsvärde som beräknas med hjälp av temperaturen, relativ luftfuktighet och avståndet till objektet.
bildjustering (inre eller yttre)	En metod för att kompensera känslighetsskillnader i olika delar av rörliga bilder och för att stabilisera kameran.
bildpunkt	Förkortning för <i>picture element</i> (bildelement). En enskild punkt i en bild.
brus	Ej önskvärda mindre störningar i den infraröda bilden.
dubbelisoterm	En isoterm som har två färgband istället för ett.
emissivitet (emissionsfaktör)	Den mängd strålning som sänds ut från ett objekt dividerad med motsvarande strålning från en svartkropp. Ett tal mellan 0 och 1.
emittans	Den energimängd som sänds ut från ett objekt per tids- och areaenhet (W/m^2).
extra optik	Extra objektiv, filter, värmesköldar med mera som kan monteras mellan kameran och det objekt som mäts.
filter	Ett material som bara släpper igenom vissa av de infraröda våglängderna.
färgtemperatur	Den temperatur vid vilken färgen hos en svartkropp är identisk med en specifik färg.
gråkropp	Ett objekt som sänder ut en bestämd del av den energimängd som en svartkropp sänder ut för varje våglängd.
IFOV	Momentant synfält: Ett mått på värmekamerans geometriska upplösning.
infraröd	En metod för att kompensera känslighetsskillnader i olika delar av rörliga bilder och för att stabilisera kameran.
IR	infraröd
isoterm	En funktion som lyser upp de delar av en bild som ligger över, under eller mellan ett eller flera temperaturintervall.
kavitetsstrålare	En flaskformad strålare med absorberande insida som betraktas genom flaskhalsen.
kontinuerlig justering	En funktion som justerar bilden. Funktionen är ständigt verksam och justerar kontinuerligt ljusstyrka och kontrast med hänsyn till bildens innehåll.
konvektion	Konvektion är ett värmeöverföringsläge där en vätska sätts i rörelse, antingen genom gravitation eller någon annan kraft, så att värme överförs från en plats till en annan.

Laser LocatIR	En elektriskt driven ljuskälla på kameran som sänder ut laserstrålning i en smal koncentrerad stråle för att peka på vissa delar av objektet framför kameran.
laserpekare	En elektriskt driven ljuskälla på kameran som sänder ut laserstrålning i en smal koncentrerad stråle för att peka på vissa delar av objektet framför kameran.
manuell justering	En metod för att justera bilden genom att manuellt förändra vissa parametrar.
matrisdetektor (FPA)	Gråkropp.
miljö	Föremål och gaser som sänder ut strålning mot det objekt som mäts.
mätområde	Det aktuella totala temperaturmätningens område hos en värmekamera. En kamera kan ha flera områden. Uttrycks som två svartkroppstemperaturer som begränsar den aktuella kalibreringen.
mättnadsfärg	De områden som innehåller temperaturer utanför aktuella inställningar för nivå och spann färgläggs med mättnadsfärgerna. Bland mättnadsfärgerna finns en 'spillfärg' och en 'bottningsfärg'. Det finns också en tredje röd mättnadsfärg som markerar allt som mättats av detektorn, vilket tyder på att området bör ändras.
NETD	Brusekvivalent temperaturdifferens. Ett mått på värmekamerans bildbrusnivå.
nivå	En elektriskt driven ljuskälla på kameran som sänder ut laserstrålning i en smal koncentrerad stråle för att peka på vissa delar av objektet framför kameran.
objektparametrar	En grupp värden som beskriver de omständigheter under vilka mätningen av objektet genomfördes och även själva objektet (exempelvis emissivitet, reflekterad skenbar temperatur, avstånd och så vidare).
objektsignal	Ett okalibrerat värde som mäter den strålningsmängd som kameran tar emot från objektet.
palett	Den grupp av färger som används för att visa en IR-bild.
radians	Den energimängd som sänds ut från ett objekt per tids-, area- och vinkelenhet ($W/m^2/sr$).
referenstemperatur	En temperatur som normala mätvärden kan jämföras med.
reflektion	Den mängd strålning som reflekteras från ett objekt dividerad med mängden mottagen strålning. Ett tal mellan 0 och 1.
relativ luftfuktighet	Med relativ luftfuktighet avses förhållandet mellan den befintliga mängden vattenånga i luften och den maximala mängd luften kan innehålla i mättat tillstånd.
spann	Temperaturskalans intervall, normalt uttryckt som ett signalvärde.
spektral emittans	Den energimängd som sänds ut från ett objekt per tids-, area- och våglängdsenhet ($W/m^2/\mu m$).
strålare	En utrustningsdetalj som sänder ut IR-strålar.
strålning	Det förlopp genom vilket elektromagnetisk energi sänds ut från ett föremål eller en gas.
svartkropp	Ett objekt som helt saknar reflexion. All strålning beror på objektets egen temperatur.

svartkroppsstrålare	En IR-strålande utrustning med svartkroppsegenskaper. Den används för att kalibrera IR-kameror.
Synf.	Synfält: Den horisontalvinkel som kan observeras genom ett IR-objektiv.
temperaturområde	Det aktuella totala temperaturmätningssområdet hos en värmekamera. En kamera kan ha flera områden. Uttrycks som två svartkroppstemperaturer som begränsar den aktuella kalibreringen.
temperaturskala	Det sätt på vilket IR-bilden för närvarande visas. Uttrycks som två temperaturvärden som begränsar färgerna.
temperaturskillnad, eller skillnad i temperatur.	Ett värde som är resultatet av att ett temperaturvärde subtraheras från ett annat.
termiskt jämn kvalitet	En flaskformad strålare med jämn temperatur som betraktas genom flaskhalsen.
termogram	En infraröd bild.
transmissionsfaktor (eller transmittansfaktor)	Gaser och material kan vara mer eller mindre transparenta. Transmissionen är den mängd IR-strålning som passerar igenom dem. Ett tal mellan 0 och 1.
transparent isoterm	En isoterm som uppvisar en linjär spridning av färger istället för att täcka bildens upplysta delar.
uppskattad atmosfärstransmission	Ett transmissionsvärde som anges av användaren och som ersätter ett beräknat värde.
utstrålad effekt	Den energimängd som sänds ut från ett objekt per tidsenhet (W).
visuellt läge	Avser värmekamerans videoläge i motsats till dess normala termografiläge. När kameran är i videoläge fångar den vanliga videobilder, medan termografibilder kan fångas när kameran är i IR-läge.
värmeledning	Den process genom vilken värme sprids i ett material.

13.1 Inledning

En värmekamera mäter och avbildar den infraröda strålning som sänds ut från ett objekt. Strålningen är en funktion av objektets yttemperatur, vilket gör att kameran kan beräkna och visa denna temperatur.

Den strålning som mäts av kameran beror inte bara på objektets temperatur utan även på emissiviteten. Strålning kommer även från omgivningen och reflekteras av objektet. Objektets strålning och den reflekterade strålningen påverkas även av atmosfärens absorptionsfaktor.

Det är därför nödvändigt att kompensera effekterna från ett antal olika strålningskällor så att temperaturmätningen blir korrekt. Det görs automatiskt av kameran online. Följande objektparametrar måste dock anges:

- Objektets emissivitet
- Reflekterad skenbar temperatur
- Avståndet mellan objektet och kameran
- Relativ luftfuktighet
- Atmosfärens temperatur

13.2 Emissivitet

Den viktigaste objektparametern är emissiviteten, som är ett mått på hur mycket strålning som sänds från objektet i förhållande till strålningen från en perfekt svartkropp med samma temperatur.

Objektmaterial och ytbehandlingar har vanligen en emissivitet på mellan 0,1 och 0,95. En välpolerad yta (spegel) har ett värde under 0,1 medan en oxiderad eller målad yta har en högre emissivitet. Oljebaserad färg, oavsett färg i ett synligt spektrum, har en emissivitet på över 0,9 i det infraröda spektrumet. Människohud har en emissivitet på mellan 0,97 och 0,98.

Ikke oxiderade metaller har perfekt opacitet och hög reflexivitet med liten variation i våglängder. Emissiviteten hos metaller är låg och ökar endast med temperaturen. Emissiviteten hos icke-metaller tenderar att vara hög och minskar med temperaturen.

13.2.1 Hitta emissiviteten hos ett prov

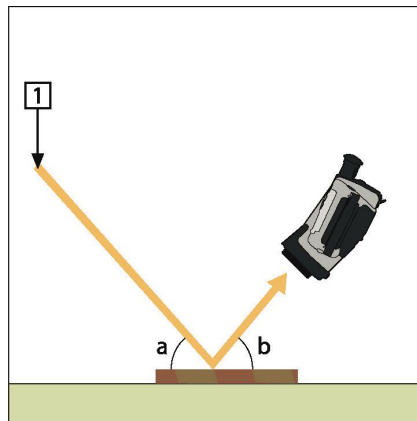
13.2.1.1 Steg 1: Fastställa den reflekterade skenbara temperaturen

Använd en av följande två metoder för att fastställa reflekterad skenbar temperatur:

13.2.1.1.1 Metod 1: Direktmetoden

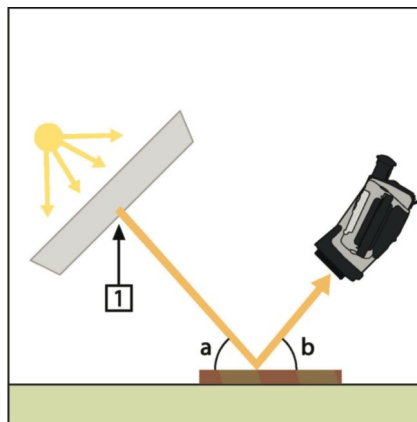
Gör så här:

1. Leta efter sannolika reflexionskällor genom att utgå från att infallsvinkeln = reflexionsvinkeln ($a = b$).



Figur 13.1 1 = Reflexionskälla

2. Om reflexionskällan är en punktkälla förändrar du källan genom att blockera den med en pappbit.

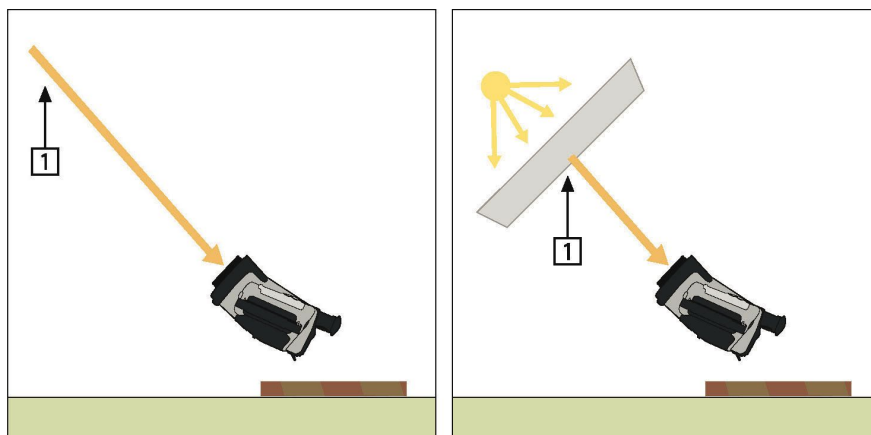


Figur 13.2 1 = Reflexionskälla

3. Mät styrkan på strålningen (= skenbar temperatur) från reflexionskällan med följande inställningar:

- Emissivitet: 1,0
- D_{obj} : 0

Du kan mäta styrkan på strålningen med en av följande metoder:



Figur 13.3 1 = Reflexionskälla

ANM.

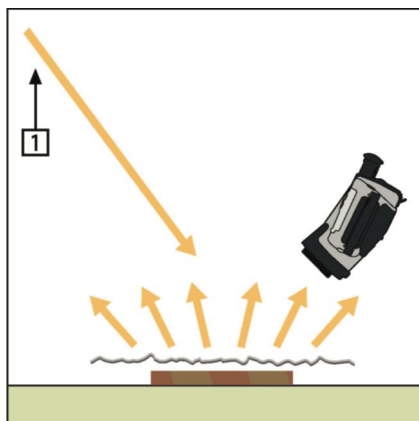
Undvik att mäta reflekterad skenbar temperatur med hjälp av ett termoelement av följande två skäl:

- Ett termoelement mäter inte strålningsintensiteten.
- Ett termoelement kräver mycket god termisk kontakt med ytan, vilket man erhåller genom att limma fast och täta givaren vid en värmeisolator.

13.2.1.1.2 Metod 2: Reflektormetoden

Gör så här:

1. Knyckla ihop en stor bit aluminiumfolie.
2. Rätta ut aluminiumfolien och sätt upp den på en bit kartong av samma storlek.
3. Placera kartongen framför objektet som du vill mäta. Kontrollera att sidan med aluminiumfolie är riktad mot kameran.
4. Ange emissiviteten till 1,0.
5. Mät den skenbara temperaturen på aluminiumfolien och anteckna den.



Figur 13.4 Mäta den skenbara temperaturen på aluminiumfolien.

13.2.1.2 Steg 2: Fastställa emissiviteten

Gör så här:

1. Välj ut en plats för provet.
2. Fastställ och ställ in reflekterad skenbar temperatur enligt föregående procedur.
3. Fäst en bit eltejp med hög emissivitet på provet.
4. Värm upp provet till minst 20 K över rumstemperatur. Värmen måste vara någorlunda jämnt fördelad.
5. Fokusera och autojustera kameran och frys bilden.
6. Justera *Nivå* och *Spann* för bästa ljusstyrka och kontrast.
7. Ange samma emissivitet som tejpens har (oftast 0,97).
8. Mät tejpens temperatur med hjälp av en av följande mätfunktioner:
 - *Isoterm* (hjälp dig att fastställa såväl temperatur som hur jämnt uppvärmt provet är)
 - *Punkt* (enklare)
 - *Area Medel* (bra för ytor med varierande emissivitet).
9. Anteckna temperaturen.
10. Flytta mätfunktionen till provytan.
11. Ändra emissivitetsvärdet tills du avläser samma temperatur som i föregående mätning.
12. Anteckna emissiviteten.

ANM.

- Undvik påtvingad konvektion.
- Leta efter en termiskt stabil omgivning som inte alstrar punktreflexioner.
- Använd högkvalitativ tejp som du vet inte är transparent och som har en emissivitet som du vet är hög.
- Den här metoden utgår från att tejpens har samma temperatur som provytan, annars kommer emissiviteetsmätningen att ge felaktiga resultat.

13.3 Reflekterad skenbar temperatur

Du använder den här parametern för att kompensera för den strålning som reflekteras i objektet. Om emissiviteten är låg och objektets temperatur ligger relativt långt från den reflekterade temperaturen är det viktigt att ange och kompensera för den reflekterade skenbara temperaturen på rätt sätt.

13.4 Avstånd

Avståndet är avståndet mellan objektet och kamerans frontobjektiv. Du använder den här parametern för att kompensera för följande:

- När strålningen från målet absorberas av atmosfären mellan objektet och kameran.
- När strålningen från själva atmosfären upptäcks av kameran.

13.5 Relativ luftfuktighet

Kameran kan även kompensera för det faktum att överföringen även är beroende av atmosfärens relativa luftfuktighet. Det gör du genom att ange det rätta värdet för relativ luftfuktighet. Vid korta avstånd och normal luftfuktighet kan du i de flesta fall behålla standardvärdet för relativ luftfuktighet som är 50 %.

13.6 Övriga parametrar

Med vissa kameror och analysprogram från Flir Systems kan följande parametrar kompenseras:

- Atmosfärtemperatur – t.ex. temperaturen i atmosfären mellan kameran och målobjektet
- Temperatur på extern optik – t.ex. temperaturen på extra objektiv och fönster som används framför kameran
- Överföring från extern optik, – t.ex. överföringen från extra objektiv och fönster som används framför kameran

Före år 1800 var det ingen som ens trodde att den infraröda delen av det elektromagnetiska spektrat existerade. Den ursprungliga betydelsen av det infraröda spektrat, eller "det infraröda" som det ofta kallas, som en form av värmestrålning är kanske mindre uppenbar idag än den var då den upptäcktes av Herschel år 1800.



Figur 14.1 Sir William Herschel (1738–1822)

Upptäckten gjordes av en händelse under sökning efter nya optiska material. Sir William Herschel – kunglig astronom hos kung George III av England, och redan berömd för upptäckten av planeten Uranus – sökte efter ett optiskt filtermaterial för att minska klarheten av solbilden i teleskop vid solobservationer. Medan han testade olika prover av färgat glas som gav liknande minskning av ljusstyrkan fann han att en del av proven släppte igenom väldigt lite av solens värme medan andra släppte igenom så mycket värme att han riskerade ögonskador efter endast några få sekunders observation.

Herschel blev snart övertygad om att det behövdes ett systematiskt experiment med målet att finna ett enda material som gav önskad minskning av ljusstyrkan och samtidigt gav maximal värmereduktion. Han började experimentet genom att upprepa Newtons prismaexperiment men sökte efter värmeeffekten snarare än den visuella intensiteten i spektrat. Först färgade han kulan på en känslig kvicksilvertermometer i glas med bläck. Med den som strålningsdetektor fortsatte han att testa värmeeffekten för olika färger i spektrat som bildades ovanpå ett bord genom att solljus passerade genom ett glasprisma. Andra termometrar, utanför solens strålar, användes för kontroll.

När den färgade termometern sakta flyttades längs färgerna i spektrat visade temperaturavläsningarna en stadig ökning från slutet av det violetta till slutet av det röda. Det var inte helt oväntat eftersom den italienska forskaren Landriani, i ett liknande experiment år 1777, hade observerat en liknande effekt. Det var emellertid Herschel som var den förste att konstatera att det måste finnas en punkt när värmeeffekten når ett maximum och att mätmetoderna för det synliga spektrat inte kunde upptäcka den här punkten.



Figur 14.2 Marsilio Landriani (1746–1815)

Herschel bekräftade att värmen fortsatte att stiga när termometern flyttades till det mörka området bortom det röda. Maximipunkten låg, när han fann den, långt bortom det röda – i det som idag är känt som de infraröda våglängderna.

När Herschel tillkännagav upptäckten refererade han till denna nya del av det elektromagnetiska spektrat som det 'termometriska spektrat'. Strålningen kallade han mörk värme eller helt enkelt de osynliga strålarna. Ironiskt nog, och emot den vanliga

uppfattningen, var det inte Herschel som myntade uttrycket "infraröd". Ordet började dyka upp i skrift ca 75 år senare och det är fortfarande oklart vem upphovsmannen är.

Herschels användning av glas i prismet i det ursprungliga experimentet ledde till tidiga kontroverser med samtida kolleger om existensen av de infraröda våglängderna. Olika forskare använde, i försök att bekräfta hans arbete, olika typer av glas med olika genomskinlighet i det infraröda. Genom sina senare experiment var Herschel medveten om den begränsade genomskinligheten hos glas i förhållande till den nyupptäckta termiska strålningen och han tvingades konstatera att infraröd optik förmodligen måste använda reflekterande element (t.ex. plana och svängda speglar). Som tur var förblev detta sant endast till 1830 då den italienska forskaren Melloni, gjorde den stora upptäckten att det i naturen förekommande bergsaltet (NaCl) – som fanns i tillräckligt stora kristaller för linser och prisma – är osedvanligt genomskinligt för det infraröda. Resultatet blev att bergsalt användes som infrarött optiskt material under de kommande hundra åren tills konsten att skapa syntetiska kristaller behärskades på 1920-talet.



Figur 14.3 Macedonio Melloni (1798–1854)

Termometern, i egenskap av strålningsdetektor, användes ända till 1829 då Nobili uppfann termoelementet. (Herschels egen termometer kunde avläsas till 0,2 °C och senare modeller kunde avläsas till 0,05 °C). Sedan kom ett genombrott: Melloni kopplade ett antal termoelement i en serie så att den första termostapeln bildades. Den nya enheten var minst 40 gånger känsligare än den bästa termometern som fanns för att upptäcka värme-strålning – kapabel att upptäcka värmen från en person som stod på tre meters avstånd.

Den första så kallade värmebilden blev möjlig år 1840, och är resultatet av Sir John Herschels arbete, som till den berömda astronomen och upptäckaren av det infraröda. Utifrån den differentiella avdunstningen hos tunn oljefilm som fokuseras med ett värmemönster, kunde värmebilden ses med reflekterande ljus där de störande effekterna från oljefilmen gjorde bilden synlig för ögat. Sir John lyckades även göra en primitiv utskrift av värmebilden på papper, som han kallade en termograf.



Figur 14.4 Samuel P. Langley (1834–1906)

Förbättringen av infraröddetektorns känslighet fortskred långsamt. Ett annat stort genombrott, gjordes av Langley år 1880, som uppfann bolometern. Den bestod av en tunn svart remsa av platina ansluten till en arm på en Wheatstone-bryggkrets som den

infraröda strålningen fokuserades på och som en känslig galvanometer svarade på. Det här instrumentet sades vara kapabelt att upptäcka värme från en ko på 400 meters avstånd.

En engelsk vetenskapsman, Sir James Dewar, introducerade först användningen av flytande gaser som avkylningsagenter (t.ex. flytande kväve vid en temperatur av -196°C) i lågtemperaturforskning. År 1892 uppfann han en unik isolerande vakuumbehållare som kunde lagra flytande gaser under flera dagar. Den vanliga 'termosflaskan', som används för varma och kalla drycker, grundas på hans uppfinning.

Mellan åren 1900 och 1920 upptäcktes det infraröda av världens uppfinnare. Många patent utfärdades för upptäckt av personal, artilleri, flygplan, fartyg – och även isberg. Det första fungerande systemet, i modern mening, började utvecklas under kriget 1914–18, när båda sidorna hade forskningsprogram för militär exploatering av det infraröda. De här programmen innehöll experimentella system för fiendeintrång och upptäckt, fjärravkänning av temperaturer, säker kommunikation och riktlinjer för flygande torpeder. Ett infrarött söksystem som testades under den här perioden kunde upptäcka ett annalkande flygplan på ett avstånd av 1,5 km eller en person på mer än 300 meters håll.

De mest känsliga systemen vid den tiden baserades alla på variationer av bolometern, men under mellankrigstiden kom två revolutionära nya infraröda detektorer: bildkonverteraren och fotondetektorn. Till en början fick bildkonverteraren störst uppmärksamhet i militära sammanhang eftersom en observatör för första gången i historien kunde 'se i mörkret'. Känsligheten hos bildkonverteraren var begränsad till nästan infraröda våglängder och de flesta intressanta militäriska mål (t.ex. fiendesoldater) måste belysas med infraröda sökstrålar. Eftersom det medförde en risk att avslöja observatörens position till en liknande utrustad fiendeobservatör förstår man att militärens intresse för bildkonverteraren så småningom avtog.

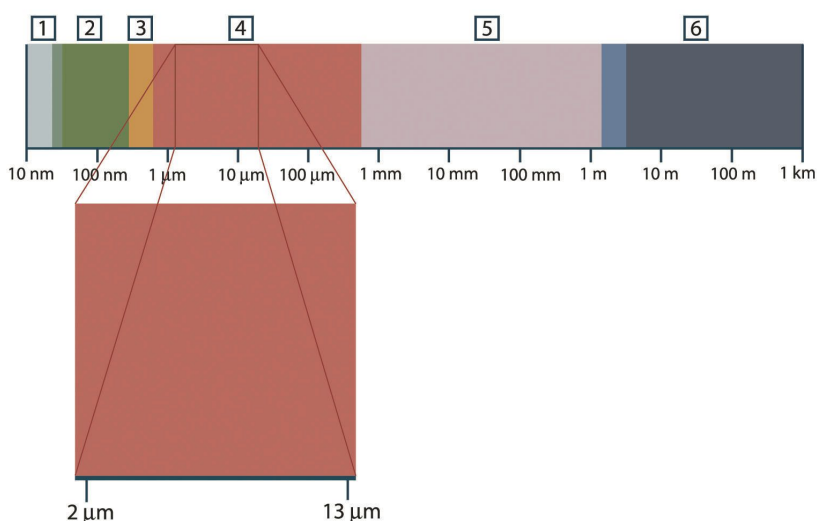
De taktiska militära nackdelarna av s.k. aktiva (t.ex. sökstråleutrustade) termobildsystem satte efter kriget 1939–45 fart på utvecklingen av passiva infraröda system (utan sökstrålar) kring den extremt känsliga fotondetektorn. Under den här perioden förhindrade militära säkerhetsregler all information om status för infraröd teknologi. Sekretessen började släppas i mitten av 1950-talet och då blev termobildsenheter äntligen tillgängliga för civil forskning och industri.

15.1 Inledning

Ämnesområdet infraröd strålning och den termografiteknik som används inom området är fortfarande nytt för många som kommer att använda en värmekamera. I det här avsnittet beskrivs teorin bakom termografi.

15.2 Det elektromagnetiska spektrat

Det elektromagnetiska spektrat delas godtyckligt in i ett antal våglängdsområden som kallas *band* och som särskiljs via de metoder som används för att skapa och upptäcka strålning. Det finns ingen grundläggande skillnad mellan strålning i olika band i det elektromagnetiska spektrat. De styrs alla av samma lagar och det enda som skiljer är våglängden.



Figur 15.1 Det elektromagnetiska spektrat. 1: Röntgen; 2: UV; 3: Synlig; 4: IR; 5: Mikrovågor; 6: Radiovågor.

Termografi arbetar med det infraröda våglängdsområdet. Dess nedre del tangerar visuella våglängder (mörkrött ljus) medan dess övre del närmar sig mikrovågor med våglängder omkring en millimeter.

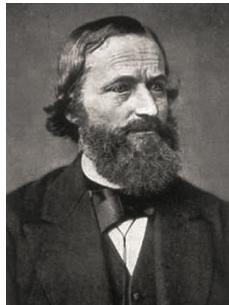
Det infraröda bandet delas ofta upp i fyra mindre band, vilkas gränser också väljs godtyckligt. De innefattar: det *nästan infraröda* (0,75–3 µm), det *medelinfraröda* (3–6 µm), det *mycket infraröda* (6–15 µm) och det *extremt infraröda* (15–100 µm). Även om våglängderna anges i µm (mikrometer) används ofta andra enheter för att mäta våglängder i det här spektralområdet, t.ex. nanometer (nm) och Ångström (Å).

Förhållandet mellan de olika enheterna är:

$$10\,000\text{ Å} = 1\,000\text{ nm} = 1\text{ µ} = 1\text{ µm}$$

15.3 Svartkropsstrålning

En svartkropp definieras som ett objekt som absorberar all inkommande strålning oavsett våglängd. Den missvisande benämningen *svart* syftar på ett objekt som avger strålning och förklaras av Kirchhoffs lag (efter *Gustav Robert Kirchhoff*, 1824–1887), som konstaterar att en kropp som är kapabel att absorbera all strålning i samtliga våglängdsområden även är lika kapabel att avge strålning.



Figur 15.2 Gustav Robert Kirchhoff (1824–1887)

En svartkroppskällas konstruktion är i princip väldigt enkel. Strålningsegenskaperna hos en öppning i en termiskt jämn kavitet gjord av ett ogenomskinligt absorberande material är nästan samma som egenskaperna hos en svartkropp. En praktisk tillämpning av principen av konstruktion för ett objekt med total absorbering av strålning består av en låda som är helt försluten på alla sidor men med en minimal öppning på en av sidorna. Den strålning som kommer in genom öppningen skingras och absorberas av upprepade reflektioner, vilket gör att endast en oändligt liten del kan försvinna. Svärtan vid öppningen är nästan identisk med den hos en svartkropp och nästan perfekt för alla våglängdsområden.

Genom att förse en sådan termiskt jämn kavitet med en passande värmekälla blir det en *kavitetstrålare*. En termiskt jämn kavitet uppvärmd till en enhetlig temperatur genererar svartkroppsstrålning vars egenskaper endast bestäms av kavitetstemperaturen. Sådana kavitetstrålare används ofta som källor till strålning för temperaturreferensstandard i laboratoriet för att kalibrera termografiska instrument, t.ex. en kamera från Flir Systems.

Om temperaturen hos en svartkroppsstrålare stiger till mer än 525 °C närmar sig källan det synliga området och ögat uppfattar den därför inte som svart. Det är strålarens begynnande rödglödstemperatur som sedan blir orange eller gul allteftersom temperaturen stiger. Begreppet *färgtemperatur* refererar till hur mycket en svartkroppsstrålare måste värmas upp för att anta en viss färg.

Beakta följande tre formler som beskriver strålningen från en svartkropp.

15.3.1 Plancks lag



Figur 15.3 Max Planck (1858–1947)

Max Planck (1858–1947) beskrev de spektrala proportionerna hos strålningen från en svartkropp med följande formel:

$$W_{\lambda b} = \frac{2\pi hc^2}{\lambda^5 \left(e^{\frac{hc}{\lambda kT}} - 1 \right)} \times 10^{-6} [\text{Watt} / \text{m}^2, \mu\text{m}]$$

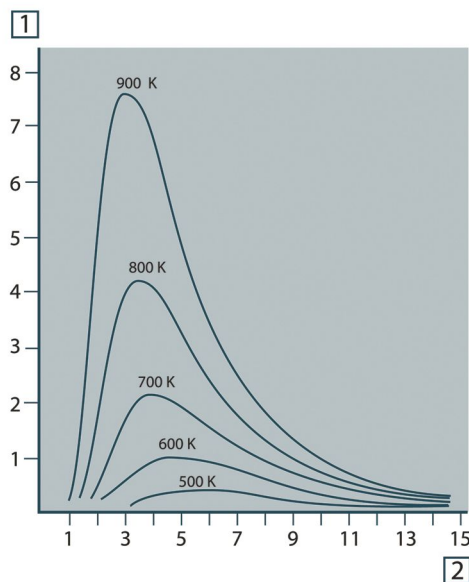
där:

$W_{\lambda b}$	Svartkroppens spektrala emittans vid våglängden λ .
c	Ljusets hastighet = 3×10^8 m/s.
h	Plancks konstant = $6,6 \times 10^{-34}$ Js.
k	Boltzmanns konstant = $1,4 \times 10^{-23}$ J/K.
T	Svartkroppens absoluta temperatur i Kelvingrader (K).
λ	Våglängd (μm).

ANM.

Faktorn 10^{-6} används eftersom spektral emittans i kurvorna uttrycks i Watt/m² μm .

Om man grafiskt åskådliggör resultaten från Plancks formel vid ett antal olika temperaturer får man en serie kurvor. Följer man vilken kurva som helst ser man att den spektrala strålningen är noll då $\lambda = 0$ varefter den ökar snabbt för att nå ett maximum vid våglängden λ_{max} och åter närmar sig noll vid mycket långa våglängder. Ju högre temperatur, desto kortare är den våglängd där maximum nås.



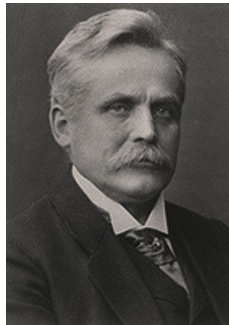
Figur 15.4 En svartkroppens spektrala strålning, enligt Plancks lag, grafiskt åskådliggjord vid olika temperaturer. 1: Spektral emittans ($\text{W}/\text{cm}^2 \times 10^3(\mu\text{m})$); 2: Våglängd (μm)

15.3.2 Wiens förskjutningslag

Genom att derivera Plancks lag med avseende på λ och finna maximum får vi följande:

$$\lambda_{\text{max}} = \frac{2898}{T} [\mu\text{m}]$$

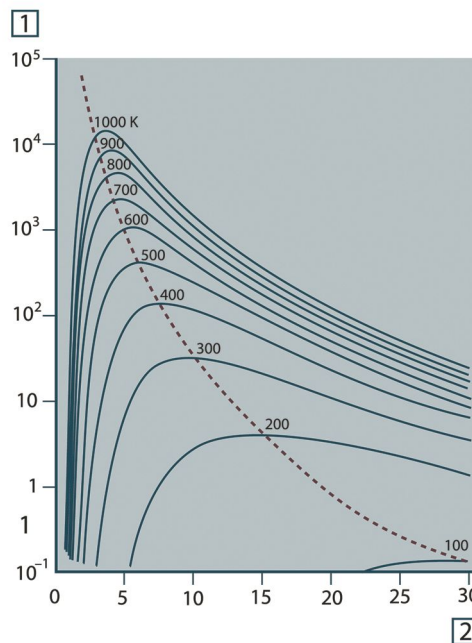
Det här är Wiens förskjutningslag (efter *Wilhelm Wien*, 1864–1928) som matematiskt uttrycker det faktum att färgen varierar från röd till orange eller gul när temperaturen på en termisk strålnare stiger. Färgens våglängd är samma som våglängden som beräknats för λ_{max} . Ett bra ungefärligt värde på λ_{max} vid en given svartkroppstemperatur fås genom att tillämpa tumregeln $3\,000/T \mu\text{m}$. En väldigt het stjärna som Sirius (11 000 K), som avger ett blåvitt ljus, strålar därför med ett maximum av spektral emittans som uppstår inom det osynliga, ultraviolette området vid våglängden $0,27 \mu\text{m}$.



Figur 15.5 Wilhelm Wien (1864–1928)

Solen (ca 6 000 K) avger gult ljus och når sitt maximum vid ungefär 0,5 μm i mitten av det synliga ljusspektrat.

Vid rumstemperatur (300 K) ligger maximum för strålningen vid 9,7 μm i det mycket infraröda, medan maximum inträffar vid 38 μm i de extremt infraröda våglängderna vid temperaturen för flytande kväve (77 K).



Figur 15.6 Plancks kurvor grafiskt åskådliggjorda längs en semilogaritmisk skala mellan 100 K och 1 000 K. De prickade kurvorna markerar punkten för den maximala strålningen vid varje temperatur, enligt Wiens förskjutningslag. 1: Spektral emittans ($\text{W}/\text{cm}^2 (\mu\text{m})$); 2: Våglängd (μm).

15.3.3 Stefan-Boltzmanns lag

Genom att integrera Plancks formel från $\lambda = 0$ till $\lambda = \infty$ får vi den totala strålningen (W_b) hos en svartkropp:

$$W_b = \sigma T^4 \text{ [Watt}/\text{m}^2]$$

Detta är Stefan-Boltzmanns formel (efter *Josef Stefan*, 1835–1893, och *Ludwig Boltzmann*, 1844–1906), som säger att den totala emissiviteten hos en svartkropp är proportionell i förhållande till den fjärde kraften av dess absoluta temperatur. Grafiskt motsvarar W_b rområdet nedanför Planck-kurvan vid en given temperatur. Det kan visas att emittansen i intervallet $\lambda = 0$ till λ_{max} endast är 25 % av den totala strålningen, vilket ungefär motsvarar solens strålning inom det synliga våglängdsområdet.



Figur 15.7 Josef Stefan (1835–1893) och Ludwig Boltzmann (1844–1906)

Genom att använda Stefan-Boltzmanns formel för att beräkna den effekt som en människas kropp avger vid en temperatur av 300 K och en total yta på ca 2 m² får vi 1 kW. Denna värmeförlust skulle kroppen inte kunna klara av om den inte kompenseras för av förlusten genom absorption av strålning från omgivningen som normalt har nästan samma temperatur, samt genom det skydd som klädernas isolering erbjuder.

15.3.4 Icke-svartkroppsstrålare

Hittills har endast svartkroppsstrålare och svartkroppsstrålning beskrivits. Verkliga objekt följer emellertid sällan de här lagarna över ett längre våglängdsområde – även om de närmar sig svartkroppens egenskaper i vissa spektrala områden. Ett exempel är att en viss typ av vit färg kan se helt vit i det synliga våglängdsområdet medan den blir helt grå vid ca 2 μm och bortom 3 μm är nästan svart.

Det finns tre omständigheter som kan förhindra att ett verkligt objekt uppför sig som en svartkropp: en bråkdel av den infallande strålningen α kan absorberas, en bråkdel ρ kan reflekteras och en bråkdel τ kan överföras. Eftersom alla dessa faktorer är mer eller mindre våglängdsberoende används tecknet λ för att markera detta beroende.

Följaktligen:

- Den spektrala absorptionen α_λ = kvoten mellan den spektrala strålningen som ett objekt absorberar och den totala strålning det utsätts för.
- Den spektrala reflektionen ρ_λ = kvoten mellan den spektrala strålningen som ett objekt reflekterar och den totala strålning det utsätts för.
- Den spektrala transmissionen τ_λ = kvoten mellan den spektrala strålning som överförs via ett objekt och den totala strålning det utsätts för.

Summan av dessa tre faktorer måste alltid bli 1 vid alla våglängder vilket ger oss följande formel:

$$\alpha_\lambda + \rho_\lambda + \tau_\lambda = 1$$

För ogenomskinliga material är $\tau_\lambda = 0$ och formeln kan förenklas till:

$$\alpha_\lambda + \rho_\lambda = 1$$

En annan faktor, emissiviteten, krävs för att beskriva bråkdelen ε av den spektrala strålning som ett objekt producerar vid en viss temperatur, jämfört med strålningen från en svartkropp vid samma temperatur. Således får vi följande definition:

Den spektrala emissiviteten ε_λ = kvoten mellan den spektrala strålningen från ett objekt och den från en svartkropp med samma temperatur och våglängd.

Uttryckt matematiskt kan det skrivas som kvoten mellan objektets och svartkroppens spektrala strålning på följande sätt:

$$\varepsilon_\lambda = \frac{W_{\lambda o}}{W_{\lambda b}}$$

Generellt sett kan man säga att de finns tre typer av strålningskällor som skiljs åt av de olika våglängderna vid spektral emittans.

- En svartkropp för vilken $\varepsilon_\lambda = \varepsilon = 1$
- En gråkropp för vilken $\varepsilon_\lambda = \varepsilon =$ en konstant mindre än 1

- En selektiv strålare för vilken ϵ varierar med våglängden

Enligt Kirchhoffs lag är spektral emissivitet och spektral absorption för en kropp lika vid alla temperaturer och våglängder, det vill säga:

$$\epsilon_\lambda = \alpha_\lambda$$

Då får vi, för ett ogenomskinligt material (eftersom $\alpha_\lambda + \rho_\lambda = 1$):

$$\epsilon_\lambda + \rho_\lambda = 1$$

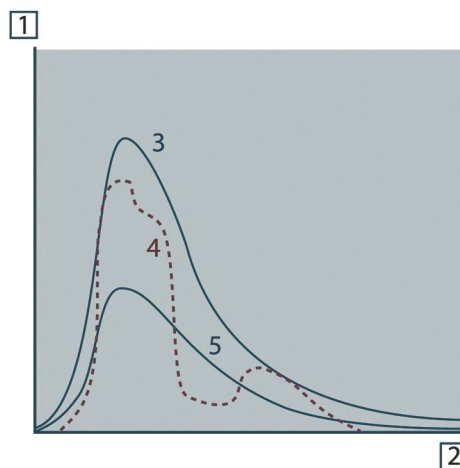
För högglanspolerade material närmar sig ϵ_λ noll, vilket för perfekt reflekterande material (t.ex. en spegel) skulle ge:

$$\rho_\lambda = 1$$

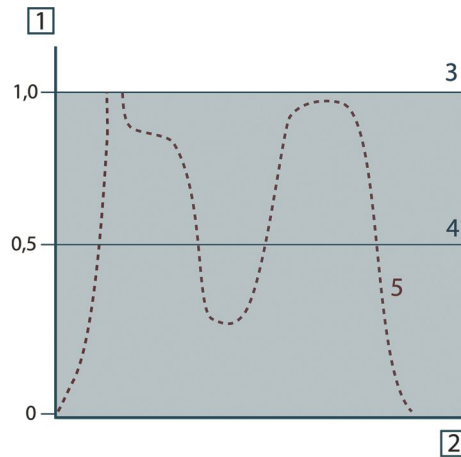
För gråkropsstrålare blir Stefan-Boltzmanns formel:

$$W = \epsilon \sigma T^4 \text{ [Watt/m}^2\text{]}$$

Det betyder att den totala emissiviteten för en gråkropp är samma som för en svartkropp vid samma temperatur minskad proportionellt till värdet på ϵ hos gråkroppen.



Figur 15.8 Spektral emittans för tre typer av strålare. 1: Spektral emittans; 2: Våglängd; 3: Svartkropp; 4: Selektiv strålare; 5: Gråkropp.



Figur 15.9 Spektral emissivitet för tre typer av strålare. 1: Spektral emissivitet; 2: Våglängd; 3: Svartkropp; 4: Gråkropp; 5: Selektiv strålare.

15.4 Infraröda halvtransparenta material

Tänk på en icke-metallisk, halvtransparent kropp – t.ex. en tjock, plan plastplatta. När plattan värms upp måste den strålning som uppstår i plattans inre ta sig igenom materialet mot ytan, där den delvis absorberas. När strålningen når ytan återreflekteras en del av den till plattans inre. Den återreflekterade strålningen absorberas delvis men en del av den når till den andra ytan där det mesta av den försvinner; en del av den återreflekteras igen. Även om reflektionerna blir svagare och svagare måste de räknas in om man ska beräkna den totala strålningen hos plattan. När den geometriska serien summeras fås den effektiva emissiviteten hos en halvtransparent platta på följande sätt:

$$\varepsilon_{\lambda} = \frac{(1 - \rho_{\lambda})(1 - \tau_{\lambda})}{1 - \rho_{\lambda}\tau_{\lambda}}$$

När plattan blir ogenomskinlig reduceras formeln till följande enkla formel:

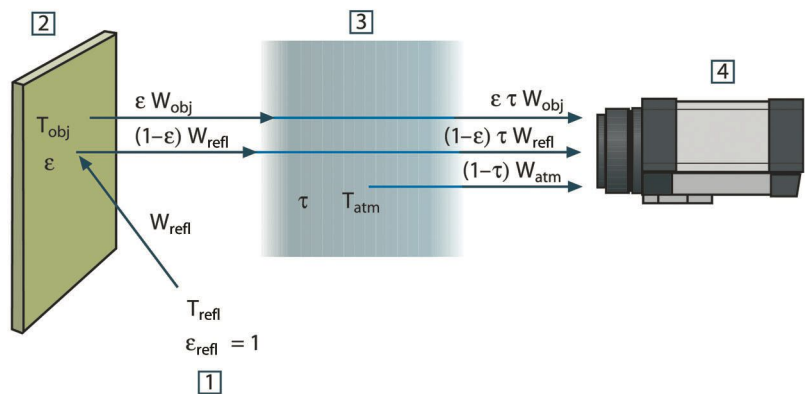
$$\varepsilon_{\lambda} = 1 - \rho_{\lambda}$$

Den sista formeln är praktisk eftersom det ofta är enklare att mäta reflektion än emissivitet direkt.

Som vi redan nämnt tar kameran när den är inriktad mot ett objekt inte bara emot strålning från objektet. Den fångar också upp den strålning från omgivningen som reflekteras mot objektets yta. Båda de här strålningsbidragen dämpas i viss utsträckning av atmosfären på mätvägen. Till detta kommer ett tredje strålningsbidrag från själva atmosfären.

Den här beskrivningen av mätsituationen, ger en ganska rättvisande bild av de verkliga förhållandena (se vidare figuren nedan). Vissa faktorer är dock inte medtagna, t.ex. solljusets spridning i atmosfären eller vagabonderande strålning från starka strålningskällor utanför synfältet. Störningar av de här slagen är svåra att kvantifiera, men lyckligtvis är de normalt så små att de kan försummas. Om de inte är försumbara är mätkonfigurationen sannolikt sådan att risken för störningar är uppenbar, åtminstone för en erfaren operatör. Han måste då på eget initiativ förändra mätsituationen så att störningarna elimineras, t.ex. genom att ändra kamerariktningen, skärma av starka strålningskällor osv.

Om vi godtar den här beskrivningen kan vi med hjälp av figuren nedan härleda en formel för att beräkna objektets temperatur med ledning av den kalibrerade utsignalen från kameran.



Figur 16.1 En schematisk framställning av den allmänna termografiska mätsituationen. 1: Omgivning; 2: Objekt; 3: Atmosfär; 4: Kamera

Anta att den mottagna strålningseffekten W från en svartkroppstemperaturkälla T_{source} på kort avstånd genererar en utsignal från kameran U_{source} som är proportionell mot den inkommande effekten (effektlinjär kamera). Vi kan då skriva (ekvation 1):

$$U_{source} = CW(T_{source})$$

Eller, förenklat:

$$U_{source} = CW_{source}$$

där C är en konstant.

Om källan istället är en gråkropp med emittansen ϵ blir den mottagna strålningen följaktligen lika med ϵW_{source} .

Vi kan nu skriva de tre termerna för mottagen strålningseffekt:

1. *Emission från objektet* = $\epsilon \tau W_{obj}$, där ϵ är objektets emittans och τ är atmosfärens transmittans. Objektets temperatur är T_{obj} .

2. *Reflektad emission från omgivningskällor* = $(1 - \varepsilon)\tau W_{\text{refl}}$, där $(1 - \varepsilon)$ är objektets reflektans. Omgivningskällorna har temperaturen T_{refl} .

Vi har här antagit att temperaturen T_{refl} är densamma för alla emitterande ytor inom en halvsfär med medelpunkten på objektets yta. Detta kan naturligtvis innebära en förenkling av den verkliga situationen. Förenklingen är dock nödvändig för att vi ska kunna härleda en hanterbar formel, och T_{refl} kan – åtminstone teoretiskt – ges ett värde som motsvarar den effektiva temperaturen hos en komplex omgivning.

Lägg också märke till att vi har antagit emittansen = 1 för omgivningen. Detta är korrekt enligt Kirchhoffs lag: All strålning som faller in mot de omgivande ytorna kommer med tiden att absorberas av samma ytor. Emittansen är alltså = 1 (observera dock att det sistnämnda resonemanget kräver att hela sfären kring objektet beaktas).

3. *Emission från atmosfären* = $(1 - \tau)\tau W_{\text{atm}}$, där $(1 - \tau)$ är atmosfärens emittans. Atmosfärens temperatur är T_{atm} .

Den totala mottagna strålningseffekten kan nu skrivas (ekvation 2):

$$W_{\text{tot}} = \varepsilon\tau W_{\text{obj}} + (1 - \varepsilon)\tau W_{\text{refl}} + (1 - \tau)W_{\text{atm}}$$

Multiplikera varje term med konstanten C i ekvation 1 och ersätt CW-produkterna med motsvarande U enligt samma ekvation. Vi får (ekvation 3):

$$U_{\text{tot}} = \varepsilon\tau U_{\text{obj}} + (1 - \varepsilon)\tau U_{\text{refl}} + (1 - \tau)U_{\text{atm}}$$

Lös ut U_{obj} ur ekvation 3 (ekvation 4):

$$U_{\text{obj}} = \frac{1}{\varepsilon\tau} U_{\text{tot}} - \frac{1 - \varepsilon}{\varepsilon} U_{\text{refl}} - \frac{1 - \tau}{\varepsilon\tau} U_{\text{atm}}$$

Detta är den allmänna mätformel som används i all termografisk utrustning från Flir Systems. Spänningarna i formeln är:

Tabell 16.1 Spänningar

U_{obj}	Beräknad kamerautspänning för en svartkropp med temperaturen T_{obj} , dvs. en spänning som direkt kan omvandlas till en verklig sökt objekttemperatur.
U_{tot}	Uppmätt kamerautspänning i det aktuella fallet.
U_{refl}	Teoretisk kamerautspänning för en svartkropp med temperaturen T_{refl} enligt kalibreringen.
U_{atm}	Teoretisk kamerautspänning för en svartkropp med temperaturen T_{atm} enligt kalibreringen.

Operatören måste mata in ett antal parametervärden för beräkningen:

- objektets emittans ε
- den relativa luftfuktigheten
- T_{atm}
- objektavståndet (D_{obj})
- den (effektiva) temperaturen hos objektets omgivning eller den reflekterade omgivningstemperaturen T_{refl} , samt
- atmosfärens temperatur T_{atm}

Detta kan innebära mycket arbete för operatören, eftersom det vanligen inte finns några enkla sätt att bestämma noggranna värden för emittans och atmosfärstransmittans i det enskilda fallet. De två temperaturerna är normalt mindre problematiska, förutsatt att det inte finns några stora och intensiva strålningskällor i omgivningen.

En naturlig fråga i detta sammanhang är: Hur viktigt är det att känna till de rätta värdena på parametrarna? Det kan vara intressant att redan här få en uppfattning om problemet genom att titta på några olika mätfall och jämföra de relativa magnituderna hos de tre strålningstermerna. Det kan ge oss en indikation på när det är viktigt att använda korrekta värden på olika parametrar.

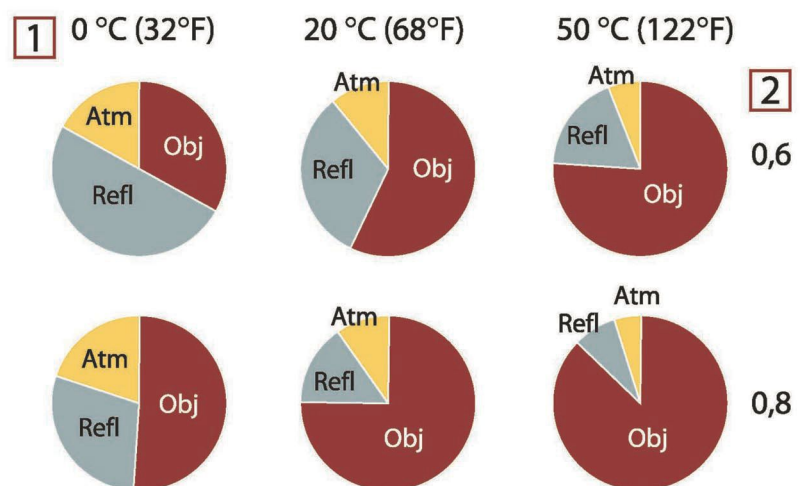
Figurerna nedan visar de relativa magnituderna hos de tre strålningsbidragen för tre olika objekttemperaturer, två emittanser och två spektrumområden: KV och LV. De återstående parametrarna har följande fasta värden:

- $\tau = 0,88$
- $T_{\text{refl}} = +20\text{ °C}$
- $T_{\text{atm}} = +20\text{ °C}$

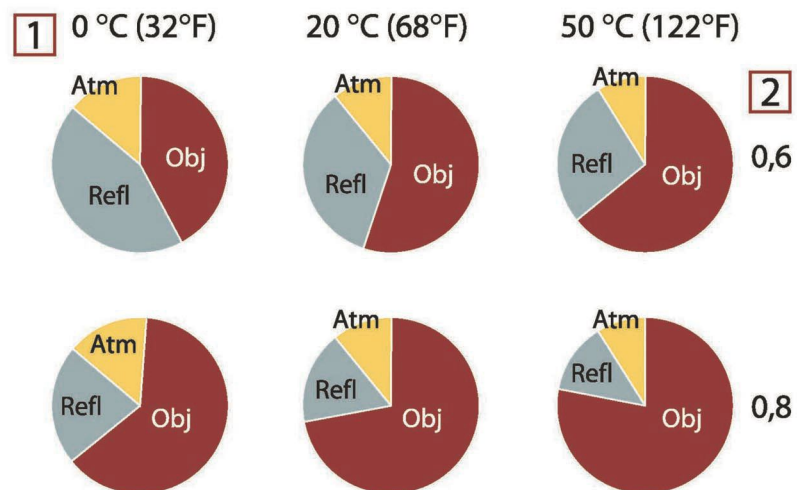
Det är uppenbart att en korrekt temperaturmätning är mer avgörande vid låga objekttemperaturer än vid höga, eftersom "störningsstrålningskällorna" relativt sett är mycket starkare i det förstnämnda fallet. Om dessutom objektets emittans är låg blir situationen ännu besvärligare.

Till sist måste vi besvara frågan om betydelsen av att få använda kalibreringskurvan ovanför den högsta kalibreringspunkten, alltså vad vi kallar att extrapolera. Anta att vi i ett visst fall mäter $U_{\text{tot}} = 4,5$ volt. Kamerans högsta kalibreringspunkt låg vid ungefär 4,1 volt, vilket operatören inte kände till. Även om objektet hade varit en svartkropp, dvs. $U_{\text{obj}} = U_{\text{tot}}$, gör vi alltså i själva verket en extrapolering av kalibreringskurvan när vi omvandlar 4,5 volt till en temperatur.

Anta nu att objektet inte är svart utan har emittansen 0,75, och att transmittansen är 0,92. Vi antar också att de två andra termerna i ekvation 4 tillsammans blir 0,5 volt. Om vi beräknar U_{obj} med ekvation 4 får vi då $U_{\text{obj}} = 4,5 / 0,75 / 0,92 - 0,5 = 6,0$. Det är en ganska extrem extrapolering, särskilt med tanke på att videoförstärkaren kanske begränsar utspänningen till 5 volt! Observera dock att tillämpningen av kalibreringskurvan är en teoretisk procedur som kan användas när det inte finns några elektroniska eller andra begränsningar. Vi litar på att kameran, om den inte hade haft några signalbegränsningar, och om den hade kalibrerats för långt högre spänningar än 5 volt, hade haft en kalibreringskurva som i stort sett hade sett likadan ut som vår verkliga kurva när vi extrapolerade den ovanför 4,1 volt, förutsatt att kalibreringsalgoritmen i likhet med Flir Systems algoritmen är baserad på strålningsfysikalgoritmen. Givetvis måste man sätta en gräns för sådana extrapoleringar.



Figur 16.2 Relativa magnituder hos strålningskällor under varierande mätförhållanden (KV-kamera). 1: Objektets temperatur; 2: Emittans; Obj: Objektets strålning; Refl: Reflekterad strålning; Atm: atmosfärstrålning. Fasta parametrar: $\tau = 0,88$; $T_{\text{refl}} = 20\text{ °C}$; $T_{\text{atm}} = 20\text{ °C}$.



Figur 16.3 Relativa magnituder hos strålningskällor under varierande mätförhållanden (LV-kamera). 1: Objektets temperatur; 2: Emmittans; Obj: Objektets strålning; Refl: Reflektad strålning; Atm: atmosfärstrålning. Fasta parametrar: $\tau = 0,88$; $T_{\text{refl}} = 20 \text{ °C}$; $T_{\text{atm}} = 20 \text{ °C}$.

I det här avsnittet visas en sammanställning över emissivitetsdata från litteratur om infraröd strålning och mätningar gjorda med Flir Systems.

17.1 Referenslitteratur

1. Mikaél A. Bramson: *Infrared Radiation, A Handbook for Applications*, Plenum press, N.Y.
2. William L. Wolfe, George J. Zissis: *The Infrared Handbook*, Office of Naval Research, Department of Navy, Washington, D.C.
3. Madding, R. P.: *Thermographic Instruments and systems*. Madison, Wisconsin: University of Wisconsin – Extension, Department of Engineering and Applied Science.
4. William L. Wolfe: *Handbook of Military Infrared Technology*, Office of Naval Research, Department of Navy, Washington, D.C.
5. Jones, Smith, Probert: *External thermography of buildings...*, Proc. of the Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers, vol.110, Industrial and Civil Applications of Infrared Technology, June 1977 London.
6. Paljak, Pettersson: *Thermography of Buildings*, Swedish Building Research Institute, Stockholm 1972.
7. Vlcek, J: *Determination of emissivity with imaging radiometers and some emissivities at $\lambda = 5 \mu\text{m}$* . Photogrammetric Engineering and Remote Sensing.
8. Kern: *Evaluation of infrared emission of clouds and ground as measured by weather satellites*, Defence Documentation Center, AD 617 417.
9. Öhman, Claes: *Emittansmätningar med AGEMA E-Box*. Teknisk rapport, AGEMA 1999. (Emittance measurements using AGEMA E-Box. Technical report, AGEMA 1999.)
10. Mattei, S., Tang-Kwor, E: *Emissivity measurements for Nextel Velvet coating 811-21 between -36°C AND 82°C* .
11. Lohrengel & Todtenhaupt (1996)
12. ITC Technical publication 32.
13. ITC Technical publication 29.

ANM.

Emissionsvärdena i tabellen nedan är uppmätta med en kortvågskamera (SW). Värdena är endast rekommendationer och bör användas med försiktighet.

17.2 Tabeller

Tabell 17.1 T: Totalt spektrum; KV: 2–5 μm ; LV: 8–14 μm , LLV: 6.5–20 μm ; 1: Material; 2: Specifikation; 3: Temperatur i $^{\circ}\text{C}$; 4: Spektrum; 5: Emissivitet; 6: Referens

1	2	3	4	5	6
3M, typ 35	Eltejp av vinyl (flera färger)	< 80	LV	Ca 0,96	13
3M, typ 88	Eltejp av svart vinyl	< 105	LV	Ca 0,96	13
3M, typ 88	Eltejp av svart vinyl	< 105	MW	< 0,96	13
3M, typ Super 33 +	Eltejp av svart vinyl	< 80	LV	Ca 0,96	13
Aluminium	anodiserad plåt	100	T	0,55	2
Aluminium	anodiserad, ljusgrå, matt	70	KV	0,61	9
Aluminium	anodiserad, ljusgrå, matt	70	LV	0,97	9
Aluminium	anodiserad, svart, matt	70	KV	0,67	9
Aluminium	anodiserad, svart, matt	70	LV	0,95	9

Tabell 17.1 T: Totalt spektrum; KV: 2–5 µm; LV: 8–14 µm, LLV: 6.5–20 µm; 1: Material; 2: Specifikation; 3: Temperatur i °C; 4: Spektrum; 5: Emissivitet; 6: Referens (forts.)

1	2	3	4	5	6
Aluminium	doppad i HNO ₃ , platta	100	T	0,05	4
Aluminium	folie	27	10 µm	0,04	3
Aluminium	folie	27	3 µm	0,09	3
Aluminium	gjuten, blåstrad	70	KV	0,47	9
Aluminium	gjuten, blåstrad	70	LV	0,46	9
Aluminium	grov yta	20-50	T	0,06-0,07	1
Aluminium	oxiderad, starkt	50-500	T	0,2-0,3	1
Aluminium	plåt, fyra prover med olika repning	70	KV	0,05-0,08	9
Aluminium	plåt, fyra prover med olika repning	70	LV	0,03-0,06	9
Aluminium	polerad	50-100	T	0,04-0,06	1
Aluminium	polerad platta	100	T	0,05	4
Aluminium	polerad, plåt	100	T	0,05	2
Aluminium	som mottagen, platta	100	T	0,09	4
Aluminium	som mottagen, plåt	100	T	0,09	2
Aluminium	uppruggad	27	10 µm	0,18	3
Aluminium	uppruggad	27	3 µm	0,28	3
Aluminium	vakuumytbehandling	20	T	0,04	2
Aluminium	vädergrånad, starkt	17	KV	0,83-0,94	5
Aluminiumbrons		20	T	0,60	1
Aluminiumhydroxid	pulver		T	0,28	1
Aluminiumoxid	aktiverat, pulver		T	0,46	1
Aluminiumoxid	rent, pulver (aluminiumoxid)		T	0,16	1
Asbest	klinker	35	KV	0,94	7
Asbest	papper	40-400	T	0,93-0,95	1
Asbest	pulver		T	0,40-0,60	1
Asbest	skiffer	20	T	0,96	1
Asbest	skiva	20	T	0,96	1
Asbest	tyg		T	0,78	1
Asfaltsbeläggning		4	LLV	0,967	8
Betong		20	T	0,92	2
Betong	grov	17	KV	0,97	5
Betong	torr	36	KV	0,95	7
Betong	trottoarsten	5	LLV	0,974	8
Bly	blankt	250	T	0,08	1
Bly	ooxideratt, polerat	100	T	0,05	4
Bly	oxiderad vid 200° C	200	T	0,63	1

Tabell 17.1 T: Totalt spektrum; KV: 2–5 µm; LV: 8–14 µm, LLV: 6.5–20 µm; 1: Material; 2: Specifikation; 3: Temperatur i °C; 4: Spektrum; 5: Emissivitet; 6: Referens (forts.)

1	2	3	4	5	6
Bly	oxiderat, grått	20	T	0,28	1
Bly	oxiderat, grått	22	T	0,28	4
Bly, rött		100	T	0,93	4
Bly, rött, pulver		100	T	0,93	1
Brons	fosforbrons	70	KV	0,08	9
Brons	fosforbrons	70	LV	0,06	9
Brons	polerad	50	T	0,1	1
Brons	porös, grov	50-150	T	0,55	1
Brons	pulver		T	0,76-0,80	1
Bränd kalk			T	0,3-0,4	1
Ebonit			T	0,89	1
Emalj		20	T	0,9	1
Emalj	lackfärg	20	T	0,85-0,95	1
Fernissa	på ekparkettgolv	70	KV	0,90	9
Fernissa	på ekparkettgolv	70	LV	0,90-0,93	9
Fernissa	slät	20	KV	0,93	6
Fiberplatta	hård, obehandlad	20	KV	0,85	6
Fiberplatta	masonit	70	KV	0,75	9
Fiberplatta	masonit	70	LV	0,88	9
Fiberplatta	porös, obehandlad	20	KV	0,85	6
Fiberplatta	spånskiva	70	KV	0,77	9
Fiberplatta	spånskiva	70	LV	0,89	9
Flerskiktsparkong	obehandlad	20	KV	0,90	6
Frigolit	isolering	37	KV	0,60	7
Färg	8 olika färger och kvaliteter	70	KV	0,88-0,96	9
Färg	8 olika färger och kvaliteter	70	LV	0,92-0,94	9
Färg	aluminium, varierande åldrar	50-100	T	0,27-0,67	1
Färg	kadmium, gul		T	0,28-0,33	1
Färg	kobolt, blå		T	0,7-0,8	1
Färg	krom, grön		T	0,65-0,70	1
Färg	olja-	17	KV	0,87	5
Färg	olja-, grå blank	20	KV	0,96	6
Färg	olja-, grå matt	20	KV	0,97	6
Färg	olja-, svart blank	20	KV	0,92	6
Färg	olja-, svart matt	20	KV	0,94	6
Färg	olja-, varierande färger	100	T	0,92-0,96	1
Färg	oljebaserad, 16 färger medeltal	100	T	0,94	2
Färg	plast, svart	20	KV	0,95	6

Tabell 17.1 T: Totalt spektrum; KV: 2–5 µm; LV: 8–14 µm, LLV: 6.5–20 µm; 1: Material; 2: Specifikation; 3: Temperatur i °C; 4: Spektrum; 5: Emissivitet; 6: Referens (forts.)

1	2	3	4	5	6
Färg	plast, vit	20	KV	0,84	6
Gips		17	KV	0,86	5
Gips		20	T	0,8-0,9	1
Gips	gipsskiva, obehandlad	20	KV	0,90	6
Gips	tjockt lager	20	T	0,91	2
Granit	grov	21	LLV	0,879	8
Granit	grov, 4 olika prover	70	KV	0,95-0,97	9
Granit	grov, 4 olika prover	70	LV	0,77-0,87	9
Granit	polerad	20	LLV	0,849	8
Guld	polerad	130	T	0,018	1
Guld	polerad, extra	100	T	0,02	2
Guld	polerat, noggrant	200-600	T	0,02-0,03	1
Gummi	hårt	20	T	0,95	1
Gummi	mjukt, grått, grovt	20	T	0,95	1
Hud	mänsklig	32	T	0,98	2
Is: Se vatten					
Jord	torr	20	T	0,92	2
Jord	vattenmättad	20	T	0,95	2
Järn och stål	bearbetad, noggrant polerad	40-250	T	0,28	1
Järn och stål	blank, etsad	150	T	0,16	1
Järn och stål	blankt oxidlager, plåt	20	T	0,82	1
Järn och stål	elektrolytisk	100	T	0,05	4
Järn och stål	elektrolytisk	22	T	0,05	4
Järn och stål	elektrolytisk	260	T	0,07	4
Järn och stål	elektrolytisk, noggrant polerad	175-225	T	0,05-0,06	1
Järn och stål	grov, plan yta	50	T	0,95-0,98	1
Järn och stål	kallvalsad	70	KV	0,20	9
Järn och stål	kallvalsad	70	LV	0,09	9
Järn och stål	korroderad plåt	20	T	0,69	2
Järn och stål	nyligen smärglad	20	T	0,24	1
Järn och stål	oxiderad	100	T	0,74	4
Järn och stål	oxiderad	100	T	0,74	1
Järn och stål	oxiderad	1227	T	0,89	4
Järn och stål	oxiderad	125-525	T	0,78-0,82	1
Järn och stål	oxiderad	200	T	0,79	2
Järn och stål	oxiderad	200-600	T	0,80	1
Järn och stål	polerad	100	T	0,07	2
Järn och stål	polerad	400-1000	T	0,14-0,38	1

Tabell 17.1 T: Totalt spektrum; KV: 2–5 µm; LV: 8–14 µm, LLV: 6.5–20 µm; 1: Material; 2: Specifikation; 3: Temperatur i °C; 4: Spektrum; 5: Emissivitet; 6: Referens (forts.)

1	2	3	4	5	6
Järn och stål	polerad plåt	750-1050	T	0,52-0,56	1
Järn och stål	polerad plåt	950-1100	T	0,55-0,61	1
Järn och stål	rostig, korroderad	17	KV	0,96	5
Järn och stål	rostig, röd	20	T	0,69	1
Järn och stål	rödrostig, plåt	22	T	0,69	4
Järn och stål	starkt oxiderad	50	T	0,88	1
Järn och stål	starkt oxiderad	500	T	0,98	1
Järn och stål	täckt med röd rost	20	T	0,61-0,85	1
Järn och stål	valsad plåt	50	T	0,56	1
Järn och stål	valsad, nyligen	20	T	0,24	1
Järn och stål	varmvalsad	130	T	0,60	1
Järn och stål	varmvalsad	20	T	0,77	1
Järn, förtent	plåt	24	T	0,064	4
Järn, galvaniserat	plåt	92	T	0,07	4
Järn, galvaniserat	plåt, oxiderad	20	T	0,28	1
Järn, galvaniserat	plåt, tryckpolerad	30	T	0,23	1
Järn, galvaniserat	starkt oxiderat	70	KV	0,64	9
Järn, galvaniserat	starkt oxiderat	70	LV	0,85	9
Järn, gjutet	flytande	1300	T	0,28	1
Järn, gjutet	fräst	800-1000	T	0,60-0,70	1
Järn, gjutet	göt	50	T	0,81	1
Järn, gjutet	obearbetat	900-1100	T	0,87-0,95	1
Järn, gjutet	oxiderad	100	T	0,64	2
Järn, gjutet	oxiderad	260	T	0,66	4
Järn, gjutet	oxiderad	38	T	0,63	4
Järn, gjutet	oxiderad	538	T	0,76	4
Järn, gjutet	oxiderad vid 600 °C	200-600	T	0,64-0,78	1
Järn, gjutet	polerad	200	T	0,21	1
Järn, gjutet	polerad	38	T	0,21	4
Järn, gjutet	polerad	40	T	0,21	2
Järn, gjutet	tackor	1000	T	0,95	1
Klinker	glaserat	17	KV	0,94	5
Kol	grafit, filad yta	20	T	0,98	2
Kol	grafitpulver		T	0,97	1
Kol	kimrök	20-400	T	0,95-0,97	1
Kol	kolpulver		T	0,96	1
Kol	ljussot	20	T	0,95	2
Koppar	elektrolytisk, noggrant polerad	80	T	0,018	1
Koppar	elektrolytisk, polerad	-34	T	0,006	4

Tabell 17.1 T: Totalt spektrum; KV: 2–5 µm; LV: 8–14 µm, LLV: 6.5–20 µm; 1: Material; 2: Specifikation; 3: Temperatur i °C; 4: Spektrum; 5: Emissivitet; 6: Referens (forts.)

1	2	3	4	5	6
Koppar	handelskvalitet, tryckpolerad	20	T	0,07	1
Koppar	oxiderad	50	T	0,6-0,7	1
Koppar	oxiderad till svarthet		T	0,88	1
Koppar	oxiderad, starkt	20	T	0,78	2
Koppar	oxiderad, svart	27	T	0,78	4
Koppar	polerad	50-100	T	0,02	1
Koppar	polerad	100	T	0,03	2
Koppar	polerad, handelskvalitet	27	T	0,03	4
Koppar	polerad, mekaniskt	22	T	0,015	4
Koppar	ren, noggrant förberedd yta	22	T	0,008	4
Koppar	repad	27	T	0,07	4
Koppar	smält	1100-1300	T	0,13-0,15	1
Koppardioxid	pulver		T	0,84	1
Kopparoxid	röd, pulver		T	0,70	1
Krom	polerad	50	T	0,10	1
Krom	polerad	500-1000	T	0,28-0,38	1
Kromnickellegering	sandblästrad	700	T	0,70	1
Kromnickellegering	tråd, blank	50	T	0,65	1
Kromnickellegering	tråd, blank	500-1000	T	0,71-0,79	1
Kromnickellegering	tråd, oxiderad	50-500	T	0,95-0,98	1
Kromnickellegering	valsad	700	T	0,25	1
Krylon Ultra-flat black 1602	Matt svart	Rumstemperatur upp till 175	LV	Ca 0,96	12
Krylon Ultra-flat black 1602	Matt svart	Rumstemperatur upp till 175	MW	Ca 0,97	12
Lackfärg	3 färger sprutade på aluminium	70	KV	0,50-0,53	9
Lackfärg	3 färger sprutade på aluminium	70	LV	0,92-0,94	9
Lackfärg	aluminium på grov yta	20	T	0,4	1
Lackfärg	bakelit	80	T	0,83	1
Lackfärg	svart, blank, sprutad på järn	20	T	0,87	1
Lackfärg	svart, halvblank	100	T	0,97	2
Lackfärg	svart, matt	40-100	T	0,96-0,98	1
Lackfärg	vit	100	T	0,92	2
Lackfärg	vit	40-100	T	0,8-0,95	1

Tabell 17.1 T: Totalt spektrum; KV: 2–5 µm; LV: 8–14 µm, LLV: 6.5–20 µm; 1: Material; 2: Specifikation; 3: Temperatur i °C; 4: Spektrum; 5: Emissivitet; 6: Referens (forts.)

1	2	3	4	5	6
Lackfärg	värmeresistent	100	T	0,92	1
Lera	bränd	70	T	0,91	1
Läder	garvat		T	0,75-0,80	1
Magnesium		22	T	0,07	4
Magnesium		260	T	0,13	4
Magnesium		538	T	0,18	4
Magnesium	polerad	20	T	0,07	2
Magnesium, pulver			T	0,86	1
Molybden		1500-2200	T	0,19-0,26	1
Molybden		600-1000	T	0,08-0,13	1
Molybden	tråd	700-2500	T	0,1-0,3	1
Murbruk		17	KV	0,87	5
Murbruk	torr	36	KV	0,94	7
Mässing	matt, urblekt	20-350	T	0,22	1
Mässing	oxiderad	100	T	0,61	2
Mässing	oxiderad	70	KV	0,04-0,09	9
Mässing	oxiderad	70	LV	0,03-0,07	9
Mässing	oxiderad vid 600 °C	200-600	T	0,59-0,61	1
Mässing	plåt, smärglad	20	T	0,2	1
Mässing	plåt, valsad	20	T	0,06	1
Mässing	polerad	200	T	0,03	1
Mässing	polerad, extra	100	T	0,03	2
Mässing	slipad med smärgelpapper nr. 80	20	T	0,20	2
Nextel Velvet 811-21 Black	Matt svart	-60-150	LV	> 0,97	10 och 11
Nickel	elektrolytisk	22	T	0,04	4
Nickel	elektrolytisk	260	T	0,07	4
Nickel	elektrolytisk	38	T	0,06	4
Nickel	elektrolytisk	538	T	0,10	4
Nickel	elektropläterad på järn, ej polerad	20	T	0,11-0,40	1
Nickel	elektropläterad på järn, ej polerad	22	T	0,11	4
Nickel	elektropläterad på järn, polerad	22	T	0,045	4
Nickel	elektropläterad, polerad	20	T	0,05	2
Nickel	halvblank	122	T	0,041	4
Nickel	handelskvalitet, ren, polerad	100	T	0,045	1
Nickel	handelskvalitet, ren, polerad	200-400	T	0,07-0,09	1
Nickel	oxiderad	1227	T	0,85	4

Tabell 17.1 T: Totalt spektrum; KV: 2–5 µm; LV: 8–14 µm, LLV: 6.5–20 µm; 1: Material; 2: Specifikation; 3: Temperatur i °C; 4: Spektrum; 5: Emissivitet; 6: Referens (forts.)

1	2	3	4	5	6
Nickel	oxiderad	200	T	0,37	2
Nickel	oxiderad	227	T	0,37	4
Nickel	oxiderad vid 600 °C	200-600	T	0,37-0,48	1
Nickel	polerad	122	T	0,045	4
Nickel	tråd	200-1000	T	0,1-0,2	1
Nickeloxid		1000-1250	T	0,75-0,86	1
Nickeloxid		500-650	T	0,52-0,59	1
Olja, smörj-	0,025 mm film	20	T	0,27	2
Olja, smörj-	0,050 mm film	20	T	0,46	2
Olja, smörj-	0,125 mm film	20	T	0,72	2
Olja, smörj-	film på Ni-bas: Endast Ni-baserad	20	T	0,05	2
Olja, smörj-	tjock hinna	20	T	0,82	2
Papper	4 olika färger	70	KV	0,68-0,74	9
Papper	4 olika färger	70	LV	0,92-0,94	9
Papper	blått, mörkt		T	0,84	1
Papper	grönt		T	0,85	1
Papper	gult		T	0,72	1
Papper	rött		T	0,76	1
Papper	svart		T	0,90	1
Papper	svart, matt		T	0,94	1
Papper	svart, matt	70	KV	0,86	9
Papper	svart, matt	70	LV	0,89	9
Papper	täckt med svart lackfärg		T	0,93	1
Papper	vit	20	T	0,7-0,9	1
Papper	vitt tryckpapper	20	T	0,93	2
Papper	vitt, 3 olika blankhetsgrader	70	KV	0,76-0,78	9
Papper	vitt, 3 olika blankhetsgrader	70	LV	0,88-0,90	9
Plast	glasfiberlaminat (tryckta kretskort)	70	KV	0,94	9
Plast	glasfiberlaminat (tryckta kretskort)	70	LV	0,91	9
Plast	isolerskiva av polyuretan	70	LV	0,55	9
Plast	isolerskiva av polyuretan	70	KV	0,29	9
Plast	PVC, plastgolv, matt, struktur	70	KV	0,94	9
Plast	PVC, plastgolv, matt, struktur	70	LV	0,93	9
Platina		100	T	0,05	4

Tabell 17.1 T: Totalt spektrum; KV: 2–5 µm; LV: 8–14 µm, LLV: 6.5–20 µm; 1: Material; 2: Specifikation; 3: Temperatur i °C; 4: Spektrum; 5: Emissivitet; 6: Referens (forts.)

1	2	3	4	5	6
Platina		1000-1500	T	0,14-0,18	1
Platina		1094	T	0,18	4
Platina		17	T	0,016	4
Platina		22	T	0,03	4
Platina		260	T	0,06	4
Platina		538	T	0,10	4
Platina	band	900-1100	T	0,12-0,17	1
Platina	ren, polerad	200-600	T	0,05-0,10	1
Platina	tråd	1400	T	0,18	1
Platina	tråd	50-200	T	0,06-0,07	1
Platina	tråd	500-1000	T	0,10-0,16	1
Porslin	glaserat	20	T	0,92	1
Porslin	vitt, glänsande		T	0,70-0,75	1
Rostfritt stål	legering, 8 % Ni, 18 % Cr	500	T	0,35	1
Rostfritt stål	plåt, obehandlad, något repad	70	KV	0,30	9
Rostfritt stål	plåt, obehandlad, något repad	70	LV	0,28	9
Rostfritt stål	plåt, polerad	70	KV	0,18	9
Rostfritt stål	plåt, polerad	70	LV	0,14	9
Rostfritt stål	sandblåstrad	700	T	0,70	1
Rostfritt stål	typ 18-8, oxiderad vid 800 °C	60	T	0,85	2
Rostfritt stål	typ 18-8, putsad	20	T	0,16	2
Rostfritt stål	valsad	700	T	0,45	1
Sand			T	0,60	1
Sand		20	T	0,90	2
Sandsten	grov	19	LLV	0,935	8
Sandsten	polerad	19	LLV	0,909	8
Silver	polerad	100	T	0,03	2
Silver	ren, polerad	200-600	T	0,02-0,03	1
Slagg	panna	0-100	T	0,97-0,93	1
Slagg	panna	1400-1800	T	0,69-0,67	1
Slagg	panna	200-500	T	0,89-0,78	1
Slagg	panna	600-1200	T	0,76-0,70	1
Slätputs	grov, bränd kalk	10-90	T	0,91	1
Smärgelduk	grov	80	T	0,85	1
Snö: Se vatten					
Tapet	lätt mönstrad, ljus grå	20	KV	0,85	6
Tapet	lätt mönstrad, röd	20	KV	0,90	6
Tegel	aluminiumoxid	17	KV	0,68	5

Tabell 17.1 T: Totalt spektrum; KV: 2–5 µm; LV: 8–14 µm, LLV: 6.5–20 µm; 1: Material; 2: Specifikation; 3: Temperatur i °C; 4: Spektrum; 5: Emissivitet; 6: Referens (forts.)

1	2	3	4	5	6
Tegel	aluminiumsilikat från Dinas-brotten, eldfast material	1000	T	0,66	1
Tegel	aluminiumsilikat från Dinas-brotten, oglaserat, grovt	1000	T	0,80	1
Tegel	aluminiumsilikat från Dinas-brotten, oglaserat, grovt	1100	T	0,85	1
Tegel	aluminiumsilikat, 33 % SiO ₂ , 64 % Al ₂ O ₃	1500	T	0,29	1
Tegel	chamotte	1000	T	0,75	1
Tegel	chamotte	1200	T	0,59	1
Tegel	chamotte	20	T	0,85	1
Tegel	chamottetegel	17	KV	0,68	5
Tegel	eldfast material, korund	1000	T	0,46	1
Tegel	eldfast material, magnesit	1000-1300	T	0,38	1
Tegel	eldfast material, starkt strålände	500-1000	T	0,8-0,9	1
Tegel	eldfast material, svagt strålände	500-1000	T	0,65-0,75	1
Tegel	kiselsyra, 95 % SiO ₂	1230	T	0,66	1
Tegel	murtegel	35	KV	0,94	7
Tegel	murtegel, putsat	20	T	0,94	1
Tegel	rött, grovt	20	T	0,88-0,93	1
Tegel	rött, vanligt	20	T	0,93	2
Tegel	vanligt	17	KV	0,86-0,81	5
Tegel	vattentätt	17	KV	0,87	5
Tenn	tennpläterad järnplåt	100	T	0,07	2
Tenn	tryckpolerad	20-50	T	0,04-0,06	1
Titan	oxiderad vid 540° C	1000	T	0,60	1
Titan	oxiderad vid 540° C	200	T	0,40	1
Titan	oxiderad vid 540° C	500	T	0,50	1
Titan	polerad	1000	T	0,36	1
Titan	polerad	200	T	0,15	1
Titan	polerad	500	T	0,20	1
Tjära			T	0,79-0,84	1
Tjära	papper	20	T	0,91-0,93	1
Trä		17	KV	0,98	5

Tabell 17.1 T: Totalt spektrum; KV: 2–5 µm; LV: 8–14 µm, LLV: 6.5–20 µm; 1: Material; 2: Specifikation; 3: Temperatur i °C; 4: Spektrum; 5: Emissivitet; 6: Referens (forts.)

1	2	3	4	5	6
Trä		19	LLV	0,962	8
Trä	furu, 4 olika prover	70	KV	0,67-0,75	9
Trä	furu, 4 olika prover	70	LV	0,81-0,89	9
Trä	hyvlad ek	20	T	0,90	2
Trä	hyvlad ek	70	KV	0,77	9
Trä	hyvlad ek	70	LV	0,88	9
Trä	hyvlat	20	T	0,8-0,9	1
Trä	plywood, obehandlad	20	KV	0,83	6
Trä	plywood, plan, torr	36	KV	0,82	7
Trä	polerat		T	0,5-0,7	1
Trä	vitt, fuktigt	20	T	0,7-0,8	1
Tungsten		1500-2200	T	0,24-0,31	1
Tungsten		200	T	0,05	1
Tungsten		600-1000	T	0,1-0,16	1
Tungsten	tråd	3300	T	0,39	1
Tyg	svart	20	T	0,98	1
Vatten	destillerat	20	T	0,96	2
Vatten	is, slät	-10	T	0,96	2
Vatten	is, slät	0	T	0,97	1
Vatten	is, täckt med frost	0	T	0,98	1
Vatten	iskrystaller	-10	T	0,98	2
Vatten	lager >0,1 mm	0-100	T	0,95-0,98	1
Vatten	snö		T	0,8	1
Vatten	snö	-10	T	0,85	2
Zink	oxiderad vid 400° C	400	T	0,11	1
Zink	oxiderad yta	1000-1200	T	0,50-0,60	1
Zink	plåt	50	T	0,20	1
Zink	polerad	200-300	T	0,04-0,05	1

A note on the technical production of this publication

This publication was produced using XML — the eXtensible Markup Language. For more information about XML, please visit <http://www.w3.org/XML/>

A note on the typeface used in this publication

This publication was typeset using Linotype Helvetica™ World. Helvetica™ was designed by Max Miedinger (1910–1980).

LOEF (List Of Effective Files)

T501027.xml; 7456; 2013-04-22
T505552.xml; 6839; 2013-03-18
T505551.xml; 6834; 2013-03-18
T505469.xml; 5929; 2012-10-29
T505013.xml; 5929; 2012-10-29
T505545.xml; 7022; 2013-04-02
T505547.xml; 7026; 2013-04-03
T505550.xml; 7026; 2013-04-03
T505097.xml; 5929; 2012-10-29
T505470.xml; 5935; 2012-10-29
T505012.xml; 5433; 2012-09-03
T505007.xml; 6351; 2013-01-28
T505004.xml; 5937; 2012-10-29
T505000.xml; 6040; 2012-11-09
T505005.xml; 5939; 2012-10-29
T505001.xml; 5940; 2012-10-29
T505006.xml; 5941; 2012-10-29
T505002.xml; 6915; 2013-03-25



Corporate Headquarters

Flir Systems, Inc.
27700 SW Parkway Ave.
Wilsonville, OR 97070
USA
Telephone: +1-503-498-3547

Website

<http://www.flir.com>

Customer support

<http://support.flir.com>

Publ. No.: T559828
Release: AA
Commit: 7456
Head: 7456
Language: sv-SE
Modified: 2013-04-22
Formatted: 2013-04-22