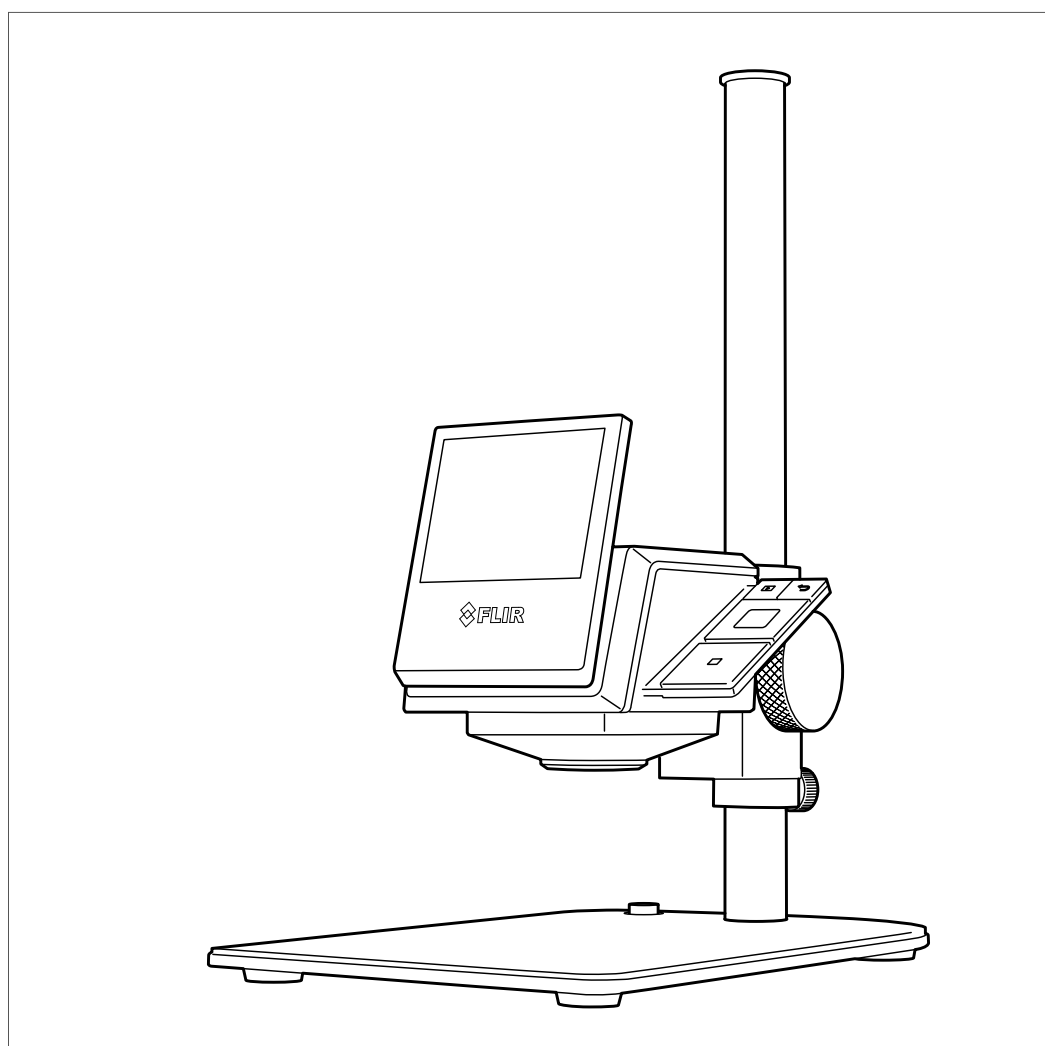


Bruksanvisning FLIR ETS3xx-serien



Bruksanvisning FLIR ETS3xx-serien

Innehållsförteckning

1	Friskrivningar	1
1.1	Ansvarsfrihetsförklaring	1
1.2	Användningsstatistik	1
1.3	Ändringar i registret	1
1.4	Amerikanska bestämmelser	1
1.5	Upphovsrätt	1
1.6	Kvalitetssäkring	1
1.7	Patent	1
1.8	EULA Terms	1
1.9	EULA Terms	1
2	Säkerhetsinformation	2
3	Meddelande till användaren	4
3.1	Användarforum	4
3.2	Kalibrering	4
3.3	Noggrannhet	4
3.4	Avyttring av elektroniskt skrot	4
3.5	Utbildning	4
3.6	Uppdateringar av dokumentationen	4
3.7	Viktig information om handboken	4
3.8	Information om officiella versioner	5
4	Teknisk support	6
4.1	Allmänt	6
4.2	Skicka en fråga	6
4.3	Hämta filer	6
5	Inledning	8
5.1	Allmän beskrivning	8
5.2	Fördelar	8
5.3	Viktiga funktioner	8
6	Snabbstartsguide	9
6.1	Tillvägagångssätt	9
7	Beskrivning	10
7.1	Vy framifrån	10
7.1.1	Figur	10
7.1.2	Förklaring	10
7.2	Vy från baksidan	11
7.2.1	Figur	11
7.2.2	Förklaring	11
7.3	USB-kontakt	11
7.4	Skärmelement	12
7.4.1	Figur	12
7.4.2	Förklaring	12
8	Hantera kameran	13
8.1	Ladda batteriet	13
8.1.1	Ladda batteriet med nätaggregatet från FLIR	13
8.1.2	Ladda batteriet med en USB-kabel ansluten till en dator	13
8.2	Sätta på och stänga av kameran	13
8.3	Justera kamerans position	14
8.3.1	Figur	14
8.3.2	Förklaring	14
8.3.3	Tillvägagångssätt	14
8.4	Avlägsna stativfästet från kameran	14
8.4.1	Tillvägagångssätt	15

9	Användning	16
9.1	Spara en bild	16
9.1.1	Allmänt	16
9.1.2	Bildkapacitet	16
9.1.3	Namnkonvention	16
9.1.4	Tillvägagångssätt	16
9.2	Hämta bilder	16
9.2.1	Allmänt	16
9.2.2	Tillvägagångssätt	16
9.3	Radera en bild	16
9.3.1	Allmänt	16
9.3.2	Tillvägagångssätt	16
9.4	Radera alla bilder	17
9.4.1	Allmänt	17
9.4.2	Tillvägagångssätt	17
9.5	Mäta en temperatur med en mätpunkt	17
9.5.1	Allmänt	17
9.5.2	Tillvägagångssätt	17
9.6	Att mäta den varmaste temperaturen inuti ett område	17
9.6.1	Allmänt	17
9.6.2	Tillvägagångssätt	17
9.7	Att mäta den kallaste temperaturen inuti ett område	17
9.7.1	Allmänt	17
9.7.2	Tillvägagångssätt	18
9.8	Dölja mätverktyg	18
9.8.1	Tillvägagångssätt	18
9.9	Ändra färgpaletten	18
9.9.1	Allmänt	18
9.9.2	Tillvägagångssätt	18
9.10	Arbeta med färgalarm	18
9.10.1	Allmänt	18
9.10.2	Bildexempel	18
9.10.3	Tillvägagångssätt	19
9.11	Ändra temperaturskalans läge	19
9.11.1	Allmänt	19
9.11.2	Användningsområde för läget <i>Manuellt</i>	19
9.11.3	Tillvägagångssätt	20
9.12	Att ställa in emissiviteten som en ytegenskap	20
9.12.1	Allmänt	20
9.12.2	Tillvägagångssätt	20
9.13	Att ställa in emissiviteten som ett specialmaterial	21
9.13.1	Allmänt	21
9.13.2	Tillvägagångssätt	21
9.14	Att ändra emissiviteten som ett anpassat värde	21
9.14.1	Allmänt	21
9.14.2	Tillvägagångssätt	21
9.15	Ändra den reflekterade märkbara temperaturen	21
9.15.1	Allmänt	21
9.15.2	Tillvägagångssätt	22
9.16	Utföra en avvikelsekorrigering (NUC)	22
9.16.1	Allmänt	22
9.16.2	Tillvägagångssätt	22
9.17	Ändra inställningarna	22
9.17.1	Allmänt	22
9.17.2	Tillvägagångssätt	23

9.18	Uppdatera kameran.....	23
9.18.1	Allmänt	23
9.18.2	Tillvägagångssätt	23
10	Tekniska data.....	24
10.1	Synfältskalkylator online	24
10.2	Information om tekniska data.....	24
10.3	Information om officiella versioner.....	24
10.4	FLIR ETS320.....	25
11	Mekaniska ritningar	28
12	Rengöra kameran	33
12.1	Kamerahus, kablar och andra delar.....	33
12.1.1	Vätskor	33
12.1.2	Utrustning.....	33
12.1.3	Tillvägagångssätt	33
12.2	IR-objektiv.....	33
12.2.1	Vätskor	33
12.2.2	Utrustning.....	33
12.2.3	Tillvägagångssätt	33
13	Om FLIR Systems	34
13.1	Mer än bara en värmekamera	35
13.2	Vi delar med oss av vår kunskap	35
13.3	Stöd för våra kunder	36
14	Termer, lagar och definitioner	37
15	Termografiska mätmetoder.....	39
15.1	Inledning	39
15.2	Emissivitet.....	39
15.2.1	Hitta emissiviteten hos ett prov	39
15.3	Reflekterad skenbar temperatur	43
15.4	Avstånd	43
15.5	Relativ luftfuktighet.....	43
15.6	Övriga parametrar.....	43
16	Hemligheten med en bra infraröd bild	44
16.1	Inledning.....	44
16.2	Bakgrund	44
16.3	En bra bild.....	44
16.4	De tre oföränderliga sakerna – grunderna för en bra bild	45
16.4.1	Fokus	45
16.4.2	Temperaturområde	46
16.4.3	Bilddetalj och avstånd från föremålet	46
16.5	De variabla inställningarna – bildoptimering och temperaturmätning.....	47
16.5.1	Nivå och spann.....	47
16.5.2	Paletter och isotermer	48
16.5.3	Objektparametrar	48
16.6	Ta bilder – praktiska tips	49
16.7	Slutsats	49
17	Om kalibrering	50
17.1	Inledning.....	50
17.2	Definition – vad är kalibrering?	50
17.3	Kamerakalibrering hos FLIR Systems.....	50
17.4	Skillnaderna mellan en kalibrering som utförts av en användare och en som utförts direkt hos FLIR Systems	51
17.5	Kalibrering, verifiering och justering	51
17.6	Avvikelsekorrigering	52

Innehållsförteckning

17.7	Termisk bildjustering (termisk justering)	52
18	Den infraröda teknikens historia.....	53
19	Termografitheori	56
19.1	Inledning.....	56
19.2	Det elektromagnetiska spektrat.....	56
19.3	Svartkroppsstrålning.....	56
19.3.1	Plancks lag	57
19.3.2	Wiens förskjutningslag	58
19.3.3	Stefan-Boltzmanns lag	59
19.3.4	Icke-svartkroppsstrålare	60
19.4	Infraröda halvtransparenta material.....	62
20	Mätformeln	63
21	Emissivitetstabeller	67
21.1	Referenslitteratur	67
21.2	Tabeller	67

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 Handelskammarens Medlingsinstans regler. Platsen för skiljedomsförandet ska vara Stockholm. Språket som används i skiljedomsförandet 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 enbart om en fjärrnätverkstjänst med stöd för nätverksinloggning implementeras av kameraenheten.

1.4 Amerikanska bestämmelser

Denna produkt kan vara föremål för amerikanska exportregler. Skicka förfrågningar till exportquestions@flir.com.

1.5 Upphovsrätt

© 2016, FLIR Systems, Inc. Alla rättigheter förbehålles globalt. Inga delar av programmet, inklusive källkoden, får reproduceras, överföras, 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 i förväg 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









000439161; 000653423; 000726344; 000859020; 001707738; 001707746; 001707787; 001776519; 001954074; 002021543; 002021543-0002; 002058180; 002249953; 002531178; 002816785; 002816793; 011200326; 014347553; 057692; 061609; 07002405; 100414275; 101796816; 101796817; 101796818; 102334141; 1062100; 11063060001; 11517895; 1226865; 12300216; 12300224; 1285345; 1299699; 1325808; 1336775; 1391114; 1402918; 1404291; 1411581; 1415075; 1421497; 1458284; 1678485; 1732314; 17399650; 1880950; 1886650; 2007301511414; 2007303395047; 2008301285812; 2009301900619; 20100060357; 2010301761271; 2010301761303; 2010301761572; 2010305959313; 2011304423549; 2012304717443; 2012306207318; 20130302676195; 2015202354035; 2015304259171; 204465713; 204967995; 2106017; 2107799; 2115696; 2172004; 2315433; 2381417; 2794760001; 3006596; 3006597; 303330211; 4358936; 483782; 484155; 4889913; 4937897; 4995790001; 5177595; 540838; 579475; 584755; 599392; 60122153; 6020040116815; 602006006500.0; 6020080347796; 6020110003453; 615113; 615116; 664580; 664581; 665004; 665440; 67023029; 6707044; 677298; 68657; 69036179; 70022216; 70028915; 70028923; 70057990; 7034300; 710424; 7110035; 7154093; 7157705; 718801; 723605; 7237946; 7312822; 7332716; 7336823; 734803; 7544944; 7606484; 7634157; 7667198; 7809258; 7826736; 8018649; 8153971; 8212210; 8289372; 8340414; 8354639; 8384783; 8520970; 8565547; 8595689; 8599262; 8654239; 8680468; 8803093; 8823803; 8853631; 8933403; 9171361; 9191583; 9279728; 9280812; 9338352; 9423940; 9471970; 9595087; D549758.









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
<p>Tillämplighet: Digitala klass B-enheter</p> <p>Utrustningen har testats och befunnits uppfylla gränserna för en digital enhet i klass B i enlighet med del 15 i FCC-reglerna. Gränserna är avsedda att ge ett rimligt skydd mot störningar i en boendemiljö. Utrustningen alstrar, använder och kan utstråla radiofrekvent energi och kan, om den ej installeras och används i enlighet med instruktionshandboken, orsaka störningar i radiokommunikation. Det finns dock ingen garanti att störning inte inträffar i en viss installation. Om utrustningen orsakar störningar på radio- eller tv-mottagning, vilket kan fastställas genom att slå på/av utrustningen, uppmanas användaren att åtgärda störningen på något av följande sätt:</p> <ul style="list-style-type: none">• Ändra positionen eller placeringen för mottagarantennen.• Se till att utrustningen och mottagaren är mer åtskilda.• Anslut utrustningen till en annan spänningskrets än mottagaren.• Kontakta återförsäljaren eller en erfaren radio/tv-tekniker.
 VARNING
<p>Tillämplighet: Digitala enheter som lyder under 15.19/RSS-210.</p> <p>Anmärkning: Enheten uppfyller del 15 i FCC-reglerna och RSS-210 från Industry Canada. Användningen lyder under följande två villkor:</p> <ol style="list-style-type: none">1. enheten får inte orsaka skadliga störningar, och2. enheten måste klara av alla störningar, även sådana som kan orsaka oönskade effekter.
 VARNING
<p>Tillämplighet: Digitala enheter som lyder under 15.21.</p> <p>Anmärkning: Ändringar eller modifikationer av utrustningen som inte uttryckligen godkänts av FLIR Systems kan upphäva FCC:s godkännande att använda utrustningen.</p>
 VARNING
<p>Tillämplighet: Digitala enheter som lyder under 2.1091/2.1093/OET Bulletin 65.</p> <p>Information om exponering för radiofrekvent strålning: Strålningseffekten från den här enheten ligger långt under de gränser som har angetts av FCC/IC för radiofrekvent strålning. Icke desto mindre ska enheten användas på ett sådant sätt att risken för att människor exponeras under normal användning minimeras.</p>
 VARNING
<p>Tillämplighet: Kameror med ett eller flera batterier.</p> <p>Fortsätt inte att ladda batteriet om det inte har blivit fulladdat inom den angivna laddningstiden. Om du fortsätter att ladda batteriet kan det överhettas, explodera eller antändas. Personskada kan uppstå.</p>
 VARNING
<p>Tillämplighet: Kameror med ett eller flera batterier.</p> <p>Använd endast rätt utrustning när du laddar ur batteriet. Om du inte använder rätt utrustning kan batteriets prestanda eller livslängd försämrans. Om du inte använder rätt utrustning kan det uppstå en felaktig ström till batteriet. Batteriet kan då överhettas, explodera eller ge personskador.</p>
 VARNING
<p>Läs all tillämplig säkerhetsinformation och varningstext på vätskebehållarna innan du använder innehållet. Vätskorna kan vara farliga. Personskada kan uppstå.</p>
 OBSERVERA
<p>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.</p>

	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
Anslut inte kameraenheten direkt till ett cigarettändaruttag i en bil, såvida inte en särskild adapter för detta ändamål har levererats från FLIR Systems. Kameraenheten kan skadas.	
	OBSERVERA
Tillämplighet: Kameror med ett eller flera batterier. Använd endast en specificerad batteriladdare när du laddar batteriet. Batteriet kan skadas annars.	
	OBSERVERA
Tillämplighet: Kameror med ett eller flera batterier. Temperaturområdet som batteriet kan laddas inom är ±0 °C till +45 °C, utom för den koreanska marknaden där det godkända området är +10 °C till + 45 °C. 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 +10 °C till +40 °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
Använd inte lösningsmedel eller liknande vätskor på kameran, kablarna eller andra föremål. Batteriet eller personer kan skadas.	
	OBSERVERA
Var försiktig när du rengör det infraröda objektivet. Objektivet har en antireflekerande beläggning som lätt skadas. Det infraröda objektivet kan skadas.	
	OBSERVERA
Ta inte i för hårt när du rengör det infraröda objektivet. Den antireflekerande beläggningen kan skadas.	

Anm. Kapslingsklassen gäller endast när samtliga öppningar i kameran är förslutna med avsett hölje, lock eller kåpa. Detta innefattar 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://forum.infraredtraining.com/>

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, översättningar av 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.

3.8 Information om officiella versioner

Den officiella versionen av den här publikationen är på engelska. I händelse av avvikelser på grund av översättningsfel har den engelska texten företräde.

Sena ändringar införs först i den engelska versionen.

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 SD-kortläsare, 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 kundhjälpssidan kan du också hämta följande, när det passar för produkten:

- 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 Allmän beskrivning

FLIR ETS3xx är FLIRs första elektroniska testbänkskamera. Kameran har utvecklats för snabb temperaturkontroll på PCB-kretskort och elektroniska enheter. FLIR ETS3xx är tillräckligt känslig för att detektera små temperaturskillnader med en noggrannhet på ± 3 °C, så att du snabbt hittar varma punkter och potentiella felpunkter. Den infraröda detektorn på 320 x 240 bildpunkter har fler än 76 000 punkter för temperaturmätning, vilket eliminerar gissningarna med tidigare mätverktyg. Den batteridrivna FLIR ETS3xx är specifikt utformad för arbeten i testbänkar och ansluts till datorn för omedelbar analys och delning av termiska data.

5.2 Fördelar

- Minskar testtiderna: identifierar snabbt varma punkter, värmegradienter och potentiella felpunkter.
- Förbättrar produktdesignen: vet var och när fläktar och kylflänsar ska läggas till och garantera att produkter fungerar inom specifikationen för maximal livstid.
- Sparar pengar: skapa prototyper snabbare och ger kortare cykler för produktutveckling.
- Optimerar laboratorietiden: batteridrivna och handsfree med komplett mätning och analys i kameran.

5.3 Viktiga funktioner

- >76 000 punkter för temperaturmätning utan kontakt med ett tryck på en knapp.
- Detektor på 320 x 240 bildpunkter ger en skarp infraröd bild.
- Tid jämfört med temperaturmätningar med FLIR Tools+.
- Mät små komponenter, ända ned till 170 µm per bildpunktstorlek.
- Lins med en infraröd vy av målet på 45° för snabb detektering av varma punkter.
- Registrerar radiometriska bilder i vanligt JPEG-format för enkel delning.
- ± 3 % noggrannhet främjar kvalitetsssäkring och fabriksgodkännande av PCB:er.
- Monteras snabbt på det medföljande stativet för omedelbar användning.
- Skarp 3 tum stor LCD-bildskärm ger omedelbar termisk återkoppling.
- Programvara i världsklass för avancerade mätkorrigeringar/mätfunktioner.

6.1 Tillvägagångssätt

Gör så här:

1. Ladda batteriet. Du kan göra det på olika sätt:

- Ladda batteriet med FLIR-nättaggregatet.
- 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 nättaggregatet från FLIR eller den fristående batteriladdaren från FLIR.

2. Anslut en jordkabel till jordningsstiftet på ESD-mattan på kamerans stativ.
3. Slå på kameran genom att trycka på på/av-knappen.
4. Justera kameraenhetens position.
5. Spara bilden genom att trycka på spara-knappen.

(Valfria steg)

6. Gå till följande webbsida om du vill hämta FLIR Tools/Tools+¹:

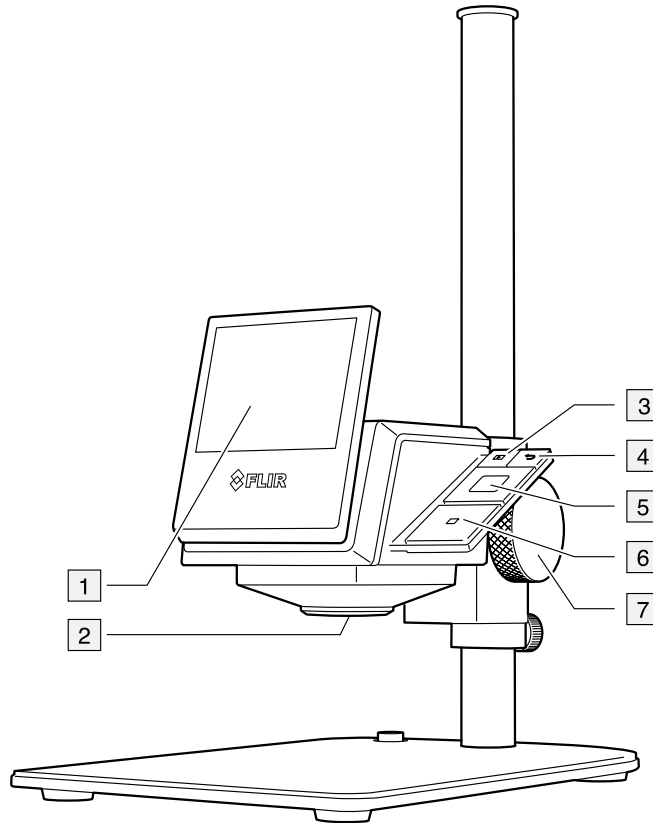
<http://support.flir.com/tools>

7. Installera FLIR Tools/Tools+ på datorn.
8. Starta FLIR Tools/Tools+.
9. Anslut kameran till din dator med hjälp av USB-kabeln.
10. Importera bilderna i FLIR Tools/Tools+.

1. Onlinedokumentation för FLIR Tools/Tools+ finns på <http://support.flir.com/resources/f22s/>. FLIR Tools+ är en licensierad programvara.

7.1 Vy framifrån

7.1.1 Figur



7.1.2 Förklaring

1. LCD-skärm.

2. Värmekameraobjektiv.

3. Arkiv-knappen.

Funktion:

- Tryck på knappen om du vill öppna bildarkivet.

4. Knappen Tillbaka/Avbryt.

Funktion:

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

5. Styrplatta.

Funktion:

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

6. Spara-knapp.

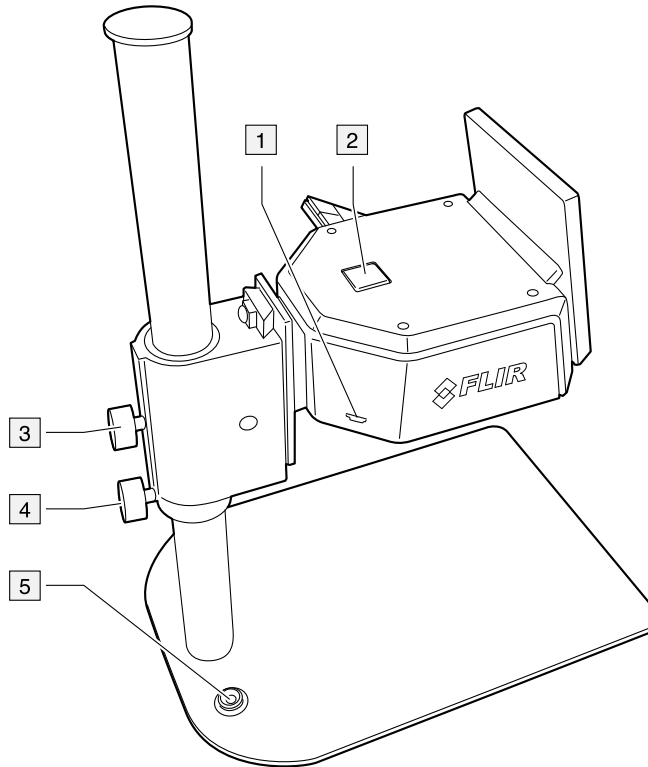
Funktion:

- Tryck om du vill spara en bild.

7. Finjusteringsratt.

7.2 Vy från baksidan

7.2.1 Figur



7.2.2 Förklaring

1. USB-kontakt.

2. På/av-knapp.

Funktion:

- Slå på kameran genom att trycka på på/av-knappen.
- Du försätter kameran i vänteläge genom att hålla på/av-knappen nedtryckt i mindre än 5 sekunder. Kameran stängs sedan av automatiskt efter 48 timmar.
- Håll ned på/av-knappen i mer än 10 sekunder när du vill stänga av kameran.

3. Ratt för stativfäste.

4. Ratt för stödringen.

5. Jordningsstift.

7.3 USB-kontakt

Denna USB-kontakt har följande syfte:

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

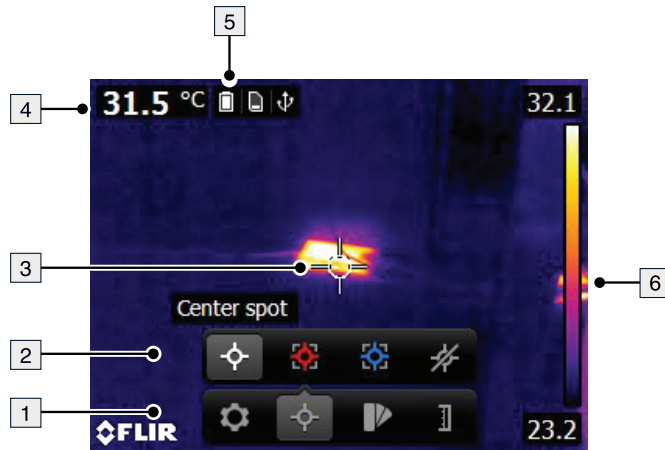
Anm. Ladda kameran med en USB-kabel ansluten till en dator tar *avsevärt* längre tid än att använda FLIR-nätaggregatet.

- Flytta bilder från kameran till en dator för vidare analys i FLIR Tools/Tools+.

Anm. Installera FLIR Tools/Tools+ på din dator innan du flyttar bilderna.

7.4 Skärmelement

7.4.1 Figur



7.4.2 Förklaring

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

8.1 Ladda batteriet

**VARNING**

Se till att du installerar uttaget nära utrustningen och att det är lätt att komma åt.

8.1.1 Ladda batteriet med nättaggregatet från FLIR

Gör så här:

1. Anslut nättaggregatet till ett vägguttag.
2. Anslut spänningskabeln till kamerans USB-kontakt.
3. Det är bra att dra ur spänningskabeln från vägguttaget när batteriet är fulladdat.

Anm. Laddningstiden för ett helt urladdat batteri är 2 timmar.

8.1.2 Ladda batteriet med en USB-kabel ansluten till en dator

Gör så här:

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

Anm.

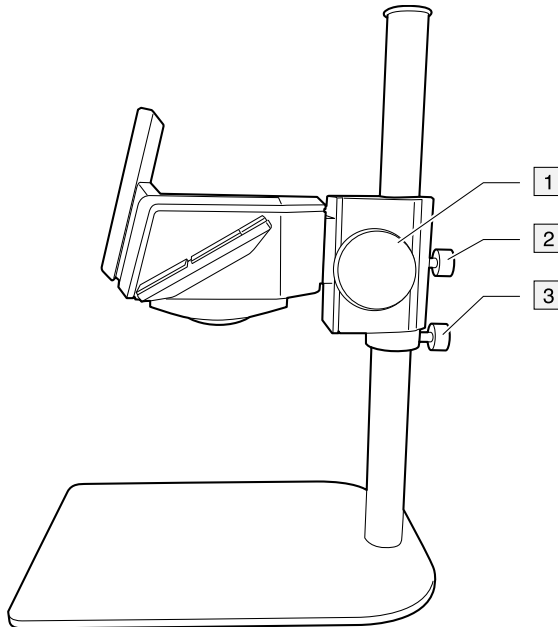
- Datorn måste vara påslagen för att ladda kameran.
- Ladda kameran med en USB-kabel ansluten till en dator tar *avsevärt* längre tid än att använda FLIR-nättaggregatet.

8.2 Sätta på och stänga av kameran

- Slå på kameran genom att trycka på på/av-knappen.
- Du försätter kameran i vänteläge genom att hålla på/av-knappen nedtryckt i mindre än 5 sekunder. Kameran stängs sedan av automatiskt efter 48 timmar.
- Håll ned på/av-knappen i mer än 10 sekunder när du vill stänga av kameran.

8.3 Justera kamerans position

8.3.1 Figur



8.3.2 Förklaring

1. Finjusteringsratt.
2. Ratt för stativfäste.
3. Ratt för stödringen.

8.3.3 Tillvägagångssätt

Anm. Vidrör inte linsytan. Om du ändå råkar göra det rengör du linsen enligt anvisningarna i 12.2 *IR-objektiv*, sida 33.

Gör så här:

1. Vrid på finjusteringsratten om du vill göra finjusteringar.
2. Gör följande när du vill göra grova inställningar:
 - 2.1. Lossa på ratten för stativfästet och flytta stativfästet till önskat läge. Dra åt ratten till stativfästet.
 - 2.2. Lossa på stödringens ratt och flytta stödringen nära stativfästet. Dra åt stödringens ratt.

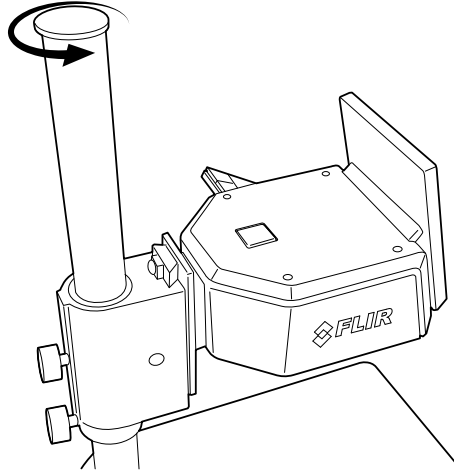
8.4 Avlägsna stativfästet från kameran

Anm. Vidrör inte linsytan. Om du ändå råkar göra det rengör du linsen enligt anvisningarna i 12.2 *IR-objektiv*, sida 33.

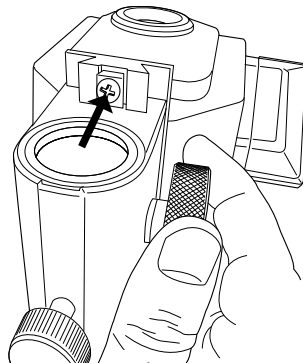
8.4.1 Tillvägagångssätt

Gör så här:

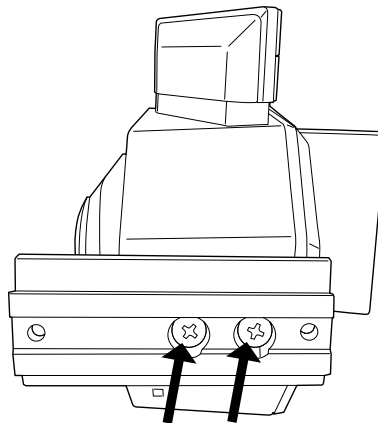
1. Vrid på stativets övre del och ta bort den.



2. Lossa på ratten till stativfästet och avlägsna kameran från stativet.
3. Vrid finjusteringsratten moturs tills du kan se en skruv. Ta bort skruven.



4. Vrid finjusteringsratten medurs tills du kan se en skruv på andra sidan. Ta bort skruven.
5. Avlägsna stativfästet från kameraenheten.
6. Ta bort de två skruvarna som håller fast fästet i kameran.



7. Ta bort de två skruvarna som håller fast fästet i kameran.
8. Ta bort fästet från kameran.

9.1 Spara en bild

9.1.1 Allmänt

Du kan spara flera bilder i kamerans internminne.

9.1.2 Bildkapacitet

Ungefär 1 500 bilder kan sparas i kamerans internminne.

9.1.3 Namnkonvention

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

9.1.4 Tillvägagångssätt

Gör så här:

1. Du sparar en bild genom att trycka på Spara-knappen.

9.2 Hämta bilder

9.2.1 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.

9.2.2 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. Gör något eller flera av följande:
 - Tryck mitt på styrplattan för att visa bilden, visa information om bilden eller ta bort bilden. Ett verktygsfält visas.
 - Visa föregående/nästa bild genom att trycka vänster/höger på styrplattan.
5. För att återgå till realtidsläget trycker du på knappen Tillbaka flera gånger eller på knappen Arkiv.


9.3 Radera en bild

9.3.1 Allmänt

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

9.3.2 Tillvägagångssätt

Gör så här:

1. Tryck på arkivknappen.
2. Markera den bild du vill radera 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. I verktygsfältet väljer du *Delete* . En dialogruta visas och du kan välja om du vill radera bilden eller avbryta raderingsåtgärden.


9.4 Radera alla bilder

9.4.1 Allmänt

Du kan ta bort alla bilder ur kamerans internminne.

9.4.2 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. I dialogrutan väljer du *Delete all saved images*. En dialogruta visas och du kan välja om du vill radera alla sparade bilder permanent eller avbryta raderingsåtgärden.



9.5 Mäta en temperatur med en mätpunkt

9.5.1 Allmänt

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

9.5.2 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.



9.6 Att mäta den varmaste temperaturen inuti ett område

9.6.1 Allmänt

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

9.6.2 Tillvägagångssätt

Gör så här:

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



9.7 Att mäta den kallaste temperaturen inuti ett område

9.7.1 Allmänt

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

9.7.2 Tillvägagångssätt



Gör så här:

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

9.8 Dölja mätverktyg

9.8.1 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.


9.9 Ändra färgpaletten

9.9.1 Allmänt

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

9.9.2 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.

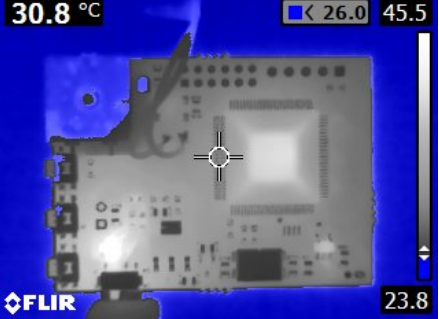
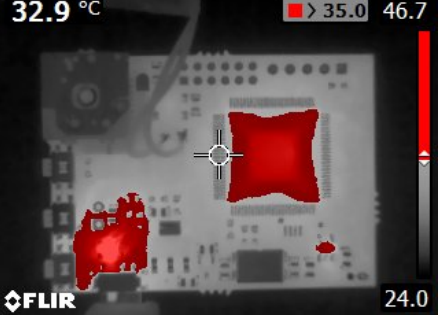
9.10 Arbeta med färgalarm

9.10.1 Allmänt

Genom att använda färgalarm (isoterm) kan felaktigheter enkelt upptäckas i en infraröd bild. Isotermkommandot ger en kontrasterande färg till alla pixlar med en temperatur över eller under den inställda temperaturnivån.




9.10.2 Bildexempel

I denna tabell förklaras de olika färgalarmen (isotermerna).

Färglarm	Bild
<p><i>Larm under</i></p>	
<p><i>Larm över</i></p>	

9.10.3 Tillvägagångssätt

Gör så här:

1. Tryck på styrplattans mitt. Då visas ett verktygsfält.
2. Välj *Färg*  i verktygsfältet. Då visas ett verktygsfält.
3. Välj typ av larm i verktygsfältet:
 - *Larm under* 
 - *Larm över* 
4. Tryck i mitten på styrplattan. Tröskeltemperaturen visas längst upp på skärmen.
5. Du ändrar tröskeltemperaturen genom att trycka uppåt/nedåt på styrplattan.

9.11 Ändra temperaturskalans läge

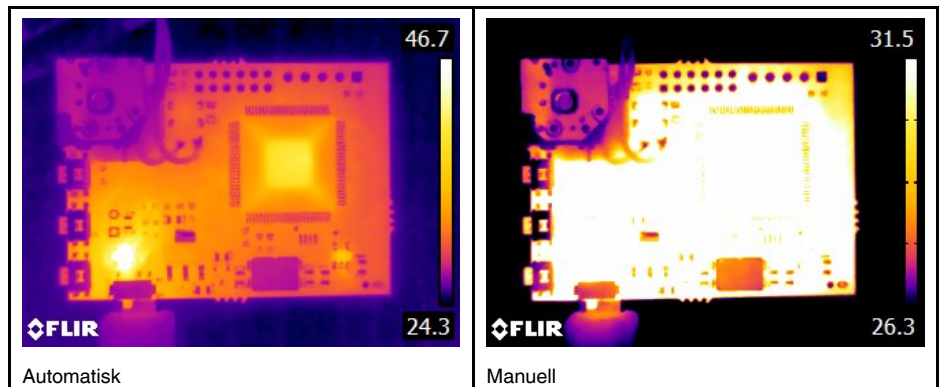
9.11.1 Allmänt

Beroende på modell kan kameran användas i lägen med olika temperaturskalor:

- *Läget Auto*: I detta läget anpassas kontinuerligt kamerans ljusstyrka och kontrast automatiskt för bästa ljusstyrka och kontrast i bilden.
- *Manuellt läge*: I det här läget kan du göra manuella justeringar av temperaturspannet och temperaturnivån.




9.11.2 Användningsområde för läget *Manuellt*

Här är två infraröda bilder av ett PCB-kretskort. För att det ska vara lättare att analysera temperaturvariationerna i komponenten i det övre vänstra hörnet, har temperaturskalan på den högra bilden ändrats till värden som ligger nära komponentens temperatur.



9.11.3 Tillvägagångssätt

Gör så här:

1. Tryck på styrplattans mitt. Då visas ett verktygsfält.
2. Välj *Temperature scale*  i verktygsfältet. Då visas ett verktygsfält.
3. Välj något av följande i verktygsfältet:
 - *Auto* 
 - *Manuellt* 
4. Så här ändrar du temperaturspannet och temperaturnivån i läget *Manuellt*:
 - Tryck vänster eller höger på styrplattan för att välja (markera) maximal eller minimal temperatur.
 - Tryck uppåt eller nedåt på styrplattan för att ändra den markerade temperaturrens värde.

9.12 Att ställa in emissiviteten som en ytegenskap

9.12.1 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 15 *Termografiska mätmetoder*, sida 39.

9.12.2 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.*

9.13 Att ställa in emissiviteten som ett specialmaterial


9.13.1 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 15 *Termografiska mätmetoder*, sida 39.

9.13.2 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 *Specialmaterial* i dialogrutan. Då visas en lista med material med känd emissivitet.
6. Välj materialet i listan.

9.14 Att ändra emissiviteten som ett anpassat värde

9.14.1 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 15 *Termografiska mätmetoder*, sida 39.

9.14.2 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 *Specialvärde* i dialogrutan. En dialogruta visas där du kan ange ett anpassat värde.

9.15 Ändra den reflekterade märkbara temperaturen


9.15.1 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 15 *Termografiska mätmetoder*, sida 39.

9.15.2 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 *Reflekterad temperatur* i dialogrutan. En dialogruta visas där du kan ange ett värde.

9.16 Utföra en avvikelsekorrigerig (NUC)

9.16.1 Allmänt

När värmekameran visar *Kalibrerar...* utför den vad som inom termografin kallas en "avvikelsekorrigering" (NUC). En NUC är *en bildkorrigering som utförs av kamerans programvara för att kompensera för olika känsligheter hos detektorelementen och andra optiska och geometriska störningar*². Mer information finns i avsnittet 17 *Om kalibrering*, sida 50.

En NUC görs automatiskt, till exempel vid start eller när omgivningens temperatur förändras.

Du kan också göra en NUC manuellt. Detta är praktiskt när du måste göra en kritisk mätning med så lite bildstörning som möjligt.

9.16.2 Tillvägagångssätt

Gör så här:

1. Tryck på och håll ned knappen Arkiv i mer än två sekunder för att utföra en manuell NUC.

9.17 Ändra inställningarna

9.17.1 Allmänt

Du kan ändra en mängd olika inställningar för kameran.

Menyn *Inställningar* innehåller följande punkter:

- *Mätparametrar*.
- *Enhetsinställningar*.

9.17.1.1 Mätparametrar

- *Emissivitet*: standardvärde: 0,95.
- *Reflekterad temperatur*: standardvärde: 20 °C.
- *Avstånd*: standardvärde: 1,0 m.

Anm. Under vanlig användning behöver standardparametrarna för mätning vanligtvis inte ändras. För varje noggrann mätning måste du eventuellt ställa in *Emissivitet* och/eller *Reflekterad temperatur*. Mer information finns i avsnitt 9.12 *Att ställa in emissiviteten som en ytegenskap*, 9.13 *Att ställa in emissiviteten som ett specialmaterial*, 9.14 *Att ändra emissiviteten som ett anpassat värde* och 9.15 *Ändra den reflekterade märkbara temperaturen*.


2. Definition från den europeiska standarden EN 16714-3:2016, Icke-förstörande provning – termografisk provning – del 3: termer och definitioner.

9.17.1.2 Enhetsinställningar

- *Språk, tid & enheter:*
 - *Språk.*
 - *Temperaturenhet.*
 - *Avståndsenhet.*
 - *Datum & tid.*
 - *Datum- & tidsformat.*
- *Återställ:*
 - *Återställ kameran till standardläge.*
 - *Återställ enheten till fabriksinställningarna.*
 - *Ta bort alla bilder.*
- *Automatisk avstängning.*
- *Skärmens ljusstyrka.*
- *Camera information:* Med detta menykommando visas diverse information om kameran, såsom modell, serienummer och programvaruversion.

9.17.2 Tillvägagångssätt

Gör så här:

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

9.18 Uppdatera kameran

9.18.1 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/Tools+.

9.18.2 Tillvägagångssätt

Gör så här:

1. Starta FLIR Tools/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/Tools+.
5. Följ anvisningarna på skärmen.

10.1 Synfältskalkylator online

Besök <http://support.flir.com> och klicka på bilden av kameraserien för att se synfältstabeller för samtliga kombinationer av objektiv och kameror.

10.2 Information om tekniska data

FLIR Systems förbehåller sig rätten att när som helst ändra specifikationerna utan föregående meddelande. Besök <http://support.flir.com> för att se de senaste ändringarna.

10.3 Information om officiella versioner

Den officiella versionen av den här publikationen är på engelska. I händelse av avvikelser på grund av översättningsfel har den engelska texten företräde.

Sena ändringar införs först i den engelska versionen.

10.4 FLIR ETS320

P/N: 63950-1001

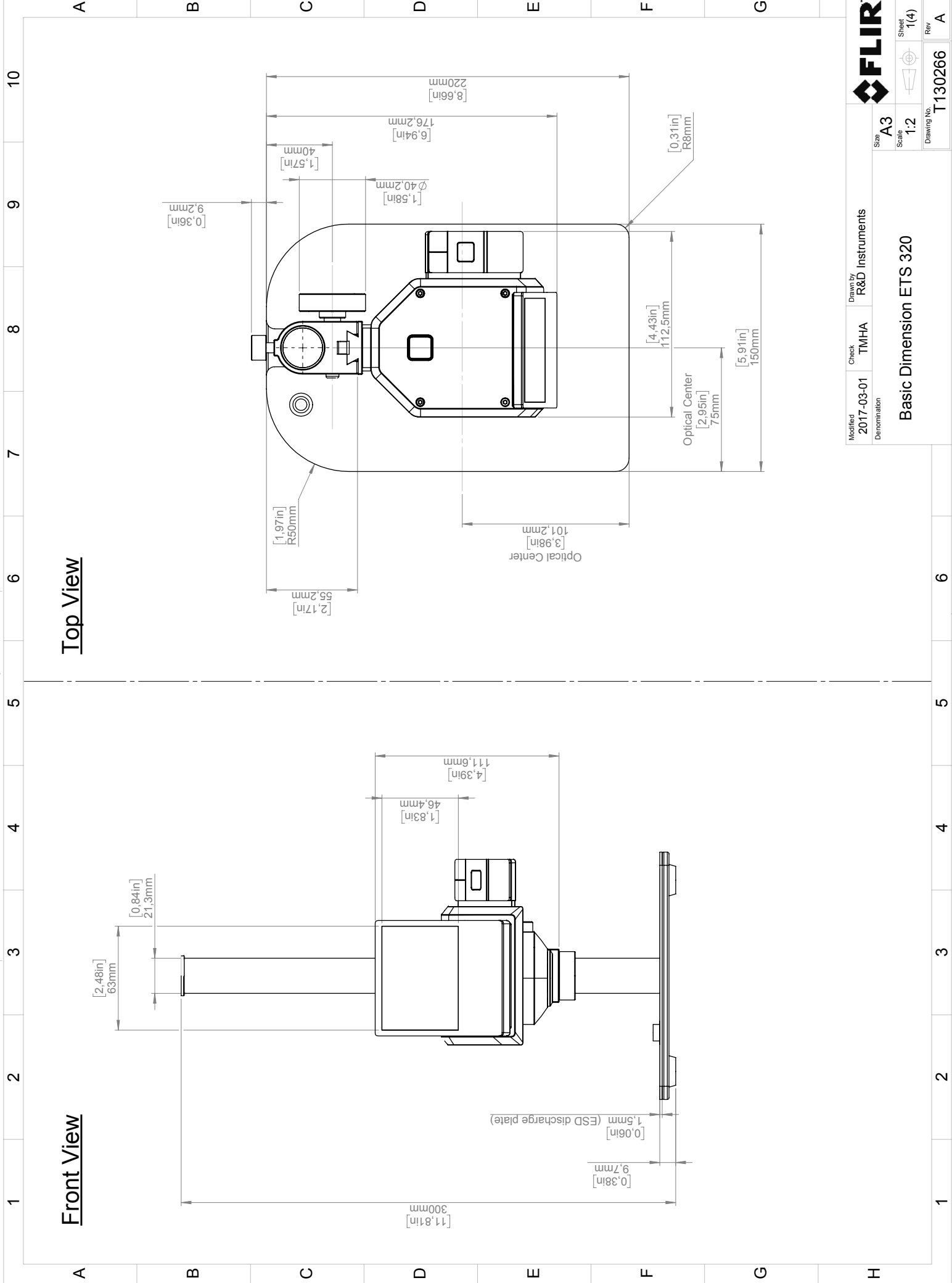
Rev.: 42969

Allmän beskrivning	
<p>FLIR ETS320 är FLIRs första elektroniska testbänkskamera. Kameran har utvecklats för snabb temperaturkontroll på PCB-kretskort och elektroniska enheter. FLIR ETS320 är tillräckligt känslig för att detektera små temperaturskillnader med en noggrannhet på ± 3 °C, så att du snabbt hittar varma punkter och potentiella felpunkter. Den infraröda detektorn på 320 x 240 bildpunkter har fler än 76 000 punkter för temperaturmätning, vilket eliminerar gissningarna med tidigare mätverktyg. Den batteridrivna FLIR ETS 320 är specifikt utformad för arbeten i testbänkar och ansluts till datorn för omedelbar analys och delning av termiska data.</p>	
<p>Fördelar:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Minskar testtiderna: identifierar snabbt varma punkter, värmegradierter och potentiella felpunkter. • Förbättrar produktdesignen: vet var och när fläktar och kylflansar ska läggas till och garantera att produkter fungerar inom specifikationen för maximal livstid. • Sparar pengar: skapa prototyper snabbare och kortare cykler för produktutveckling. • Optimerar laborietiden: batteridrivna och handsfree med komplett mätning och analys i kameran. 	
<p>Viktiga funktioner:</p> <ul style="list-style-type: none"> • >76 000 punkter för temperaturmätning utan kontakt med ett tryck på en knapp. • Detektor på 320 x 240 bildpunkter ger en skarp infraröd bild. • Tid jämfört med temperaturmätningar med FLIR Tools+. • Mät små komponenter, ända ned till 170 μm per bildpunktstorlek. • Lins med en infraröd vy av målet på 45° för snabb detektering av varma punkter. • Registrerar radiometrisk bilder i vanligt JPEG-format för enklare delning. • ± 3 % noggrannhet främjar kvalitetssäkring och fabriksgodkännande av PCB:er. • Monteras snabbt på det medföljande stativet för omedelbar användning. • Skarp 3 tum stor LCD-bildskärm ger omedelbar termisk återkoppling. • Programvara i världsklass för avancerade mätkorrigeringar/mätfunktioner. 	
Bildtagningsdata och optiska data	
IR-upplösning	320 x 240 bildpunkter
Värmekänslighet/NETD	<0,06 °C/<60 mK
Synfält (FOV)	45° x 34°
Fast fokusavstånd	70 mm \pm 10 mm
Spatial upplösning (IFOV)	2,6 mrad
F-nummer	1,5
Bildfrekvens	9 Hz
Detektordata	
Detektortyp	Matrisdetektor (FPA), okyld mikrobolometer
Spektralområde	7,5–13 μm
Bildpresentation	
Skärm	3,0-tums LCD-färgskärm med 320 x 240 bildpunkter
Bildjustering	Automatisk/manuell
Mätning	
Objekttemperaturområde	-20 °C till +250 °C
Noggrannhet	± 3 °C eller ± 3 % av avläst värde, det som är störst, för omgivande temperatur på 10 °C till 35 °C och en objekttemperatur över +0 °C

Mätanalys	
Mätpunkt	Mittpunkt
Område	Ruta med max/min
Emissivitetskorrigerig	Variabel från 0,1 till 1,0
Emissivitetstabell	Emissivitetstabell över fördefinierade material
Korrigerig av reflekterad skenbar temperatur	Automatisk, baserat på värdet för reflekterad temperatur
Konfiguration	
Färgpaletter	Svartvitt, järn och regnbåge
Konfiguration av kommandon	Lokal anpassning av enheter, språk, datum och tidsformat
Direktuppspelning av video	
Direktuppspelning av radiometrisk värmevideo	Fullständig dynamik till datorn (FLIR Tools/Tools+) med USB
Direktuppspelning av icke-radiometrisk värmevideo	Icke-komprimerad färgsatt video med USB
Bildlagring	
Filformat	Standard-JPEG med 14-bitars mätdata
Gränssnitt för datakommunikation	
Gränssnitt	USB-mikro: dataöverförig till och från PC- och Mac-enheter
Strömförsörjningssystem	
Batterityp	Laddningsbart litiumjonbatteri
Batterispänning	3,7 V
Batteritid	Cirka fyra timmar vid normal användning i en omgivningstemperatur på 25 °C.
Laddningssystem	Batteriet laddas i enheten
Laddningstid	2,5 timmar till 90 % kapacitet
Effektlägen	Automatisk avstängning
Nät drift	Nätadapter, 90–260 V växelström in, 5 V likström ut till kameran
Miljödata	
Drifttemperaturområde	10–40°C
Lagringstemperaturområde	-40 till +70°C
Luftfuktighet (användning och lagring)	IEC 60068-2-30/24 tim 95 % relativ luftfuktighet
Kapslingsklass	IP 40 (IEC 60529)
Direktiv och förordningar	
Direktiv och förordningar	<ul style="list-style-type: none"> • Batteridirektiv 2006/66/EG • EMC-direktiv 2014/30/EU • FCC 47 CFR, del 15, klass B, kapitel B • REACH-förordning EG 1907/2006 • RoHS2-direktiv 2011/65/EG • WEEE-direktiv 2012/19/EG
Fysiska data	
Systemets vikt med batteri	1,8 kg
Systemets mått (L x B x H)	220 mm x 150 mm x 300 mm
Färg	Svart och grått

Fraktinformation	
Förpackning, typ	Låda av kartong
Innehållsförteckning	<ul style="list-style-type: none">• FLIR Tools+• Nätaggregat• Tryckt dokumentation• USB-kabel• Värmekamera
Förpackningsvikt	2,9 kg
Förpackning, mått (L x B x H)	290 mm x 170 mm x 378 mm
EAN-13	4743254002913
UPC-12	845188014186
Ursprungsland	Utvecklad och konstruerad av FLIR Systems i Sverige. Monterad i Taiwan.

[Se nästa sida]

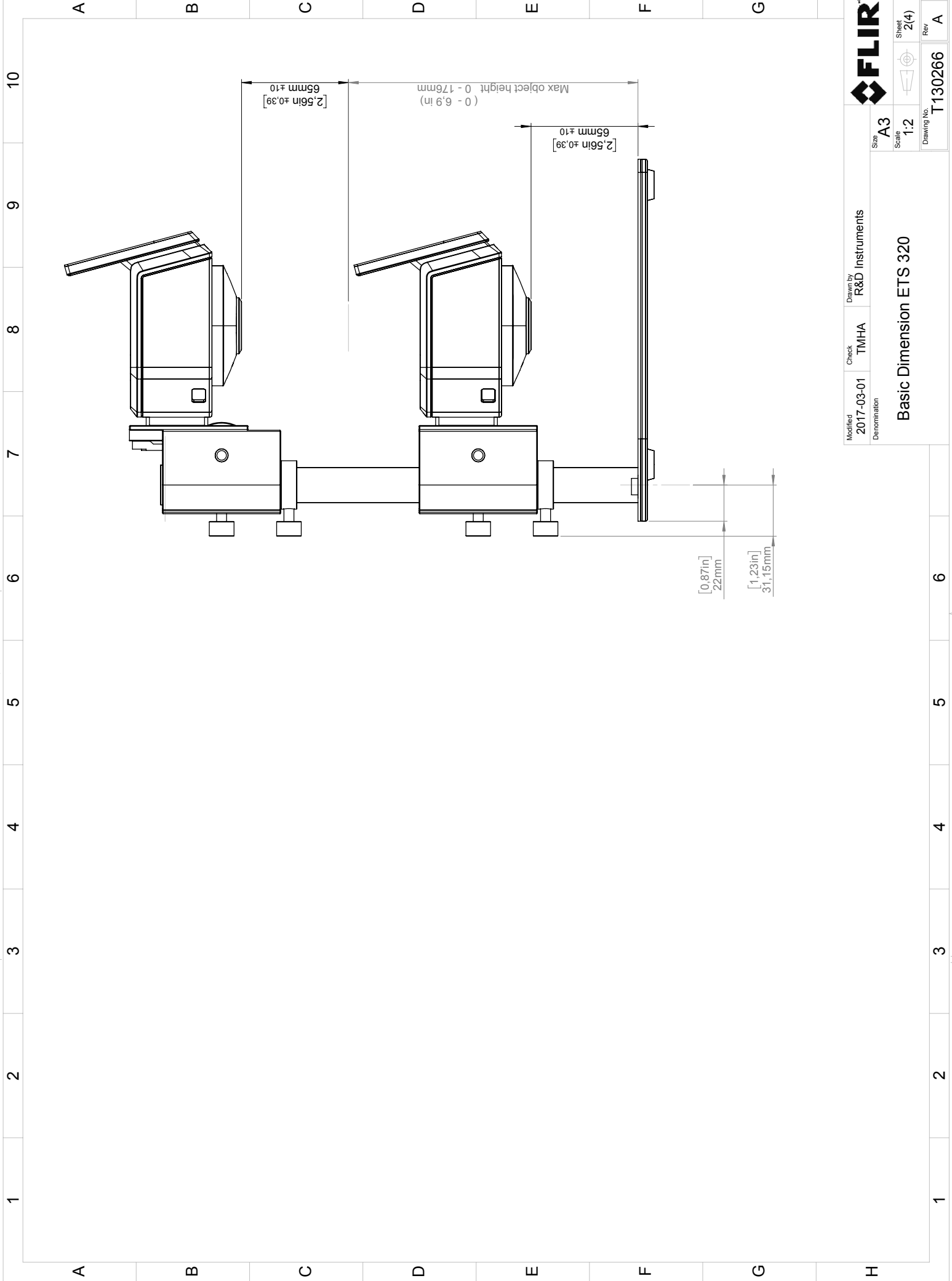


FLIR

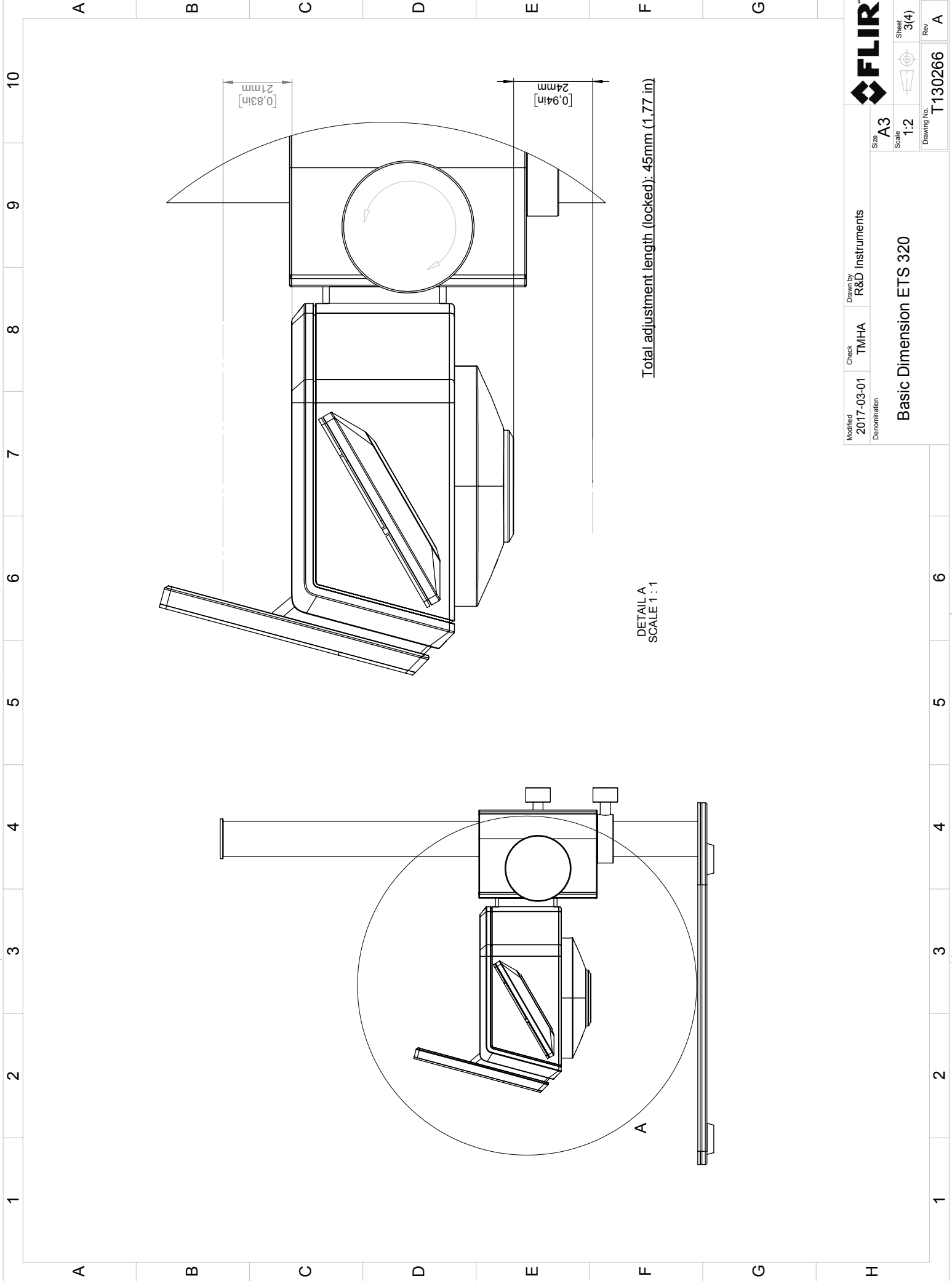
Size: A3
 Scale: 1:2
 Sheet: 1(4)
 Drawing No: T130266
 Rev: A

Modified: 2017-03-01
 Check: TMHA
 Drawn by: R&D Instruments
 Denomination: Basic Dimension ETS 320

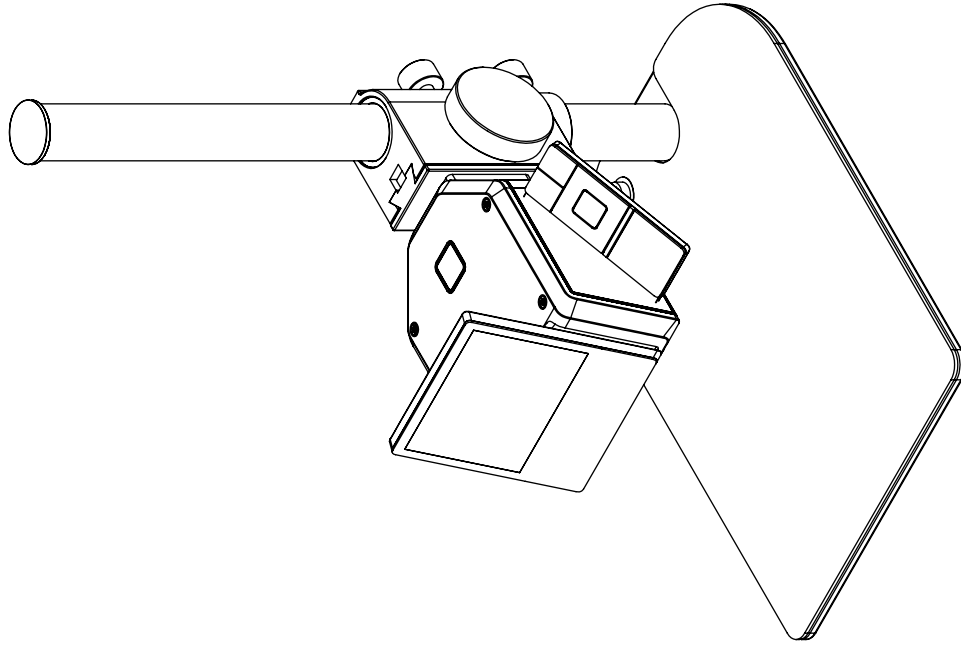
© 2016, FLIR Systems, Inc. All rights reserved worldwide. No part of this drawing may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form, or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without written permission from FLIR Systems, Inc. Specifications subject to change without further notice. Dimensional data is based on nominal values. Products may be subject to regional market considerations. License procedures may apply. Product may be subject to US Export Regulations. Please refer to exportquestions@flir.com with any questions. Diversion contrary to US law is prohibited.



FLIR		Size: A3	Sheet: 2(4)	Rev: A
Modified: 2017-03-01	Check: TMHA	Drawn by: R&D Instruments	Drawing No: T130266	
Denomination: Basic Dimension ETS 320		Scale: 1:2		



Modified 2017-03-01 Denomination	Check TMHA	Drawn by R&D Instruments	FLIR
Basic Dimension ETS 320			Sheet 3(4)
Size A3			Rev A
Scale 1:2			Drawing No. T130266



Modified 2017-03-01 Denomination	Check TMHA	Drawn by R&D Instruments	FLIR
Basic Dimension ETS 320			Sheet 4(4)
Size A3			Rev A
Scale 1:2			Drawing No. T130266

12.1 Kamerahus, kablar och andra delar

12.1.1 Vätskor

Använd en av följande vätskor:

- Varmt vatten
- Ett svagt rengöringsmedel

12.1.2 Utrustning

En mjuk trasa

12.1.3 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.

12.2 IR-objektiv

12.2.1 Vätskor

Använd en av följande vätskor:

- En kommersiell linsrengöringsvätska med minst 30 % isopropylalkohol.
- 96 % etanol (C₂H₅OH).

12.2.2 Utrustning

Bomull



OBSERVERA

Om du använder en objektivrengöringsduk måste den vara torr. Använd inte en objektivrengöringsduk med vätskorna som anges i avsnitt 12.2.1 ovan. Dessa vätskor kan få materialet på objektivrengöringsduken att lossna. Detta material kan ha en oönskad effekt på objektivets yta.

12.2.3 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.



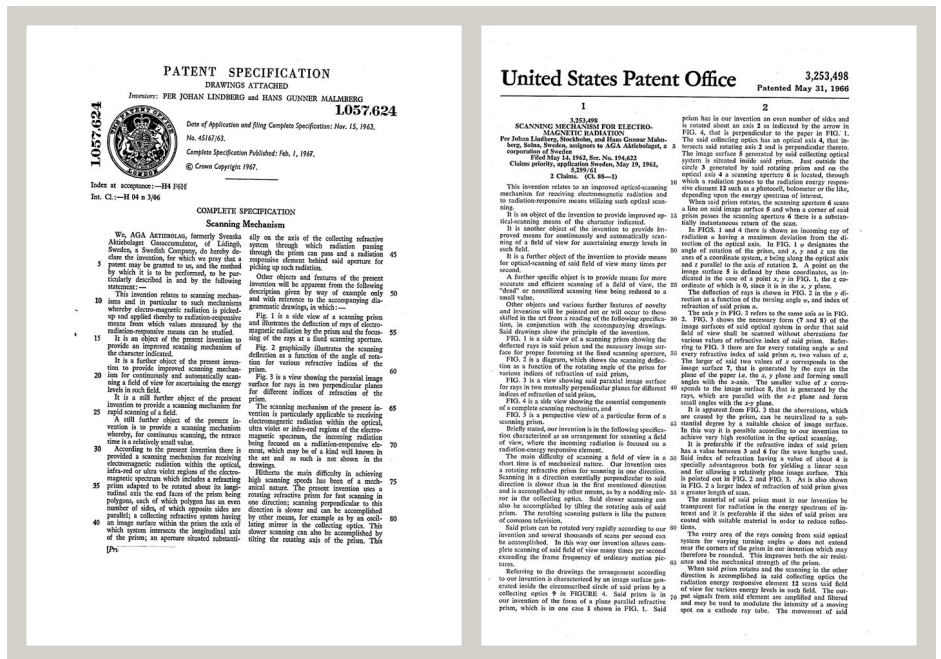
OBSERVERA

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

FLIR Systems grundades 1978 och banade väg för utvecklingen av avancerade värmebildsystem. Företaget är världsledande inom utveckling, tillverkning och försäljning av värmebildsystem 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.

Sedan 2007 har FLIR Systems förvärvat flera företag med världsledande expertis inom sensorteknik:

- Extech Instruments (2007)
- Ifara Tecnologías (2008)
- Salvador Imaging (2009)
- OmniTech Partners (2009)
- Directed Perception (2009)
- Raymarine (2010)
- ICx Technologies (2010)
- TackTick Marine Digital Instruments (2011)
- Aerius Photonics (2011)
- Lorex Technology (2012)
- Traficon (2012)
- MARSS (2013)
- DigitalOptics mikrooptikföretag (2013)
- DVTEL (2015)
- Point Grey Research (2016)
- Prox Dynamics (2016)



Figur 13.1 Patentedokument från tidigt 1960-tal

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 förutser 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 besikningar och den första ökylda värmekameran – båda är milstolpar inom branschen.



Figur 13.2 1969: Thermovision modell 661. Kameran vägde ca 25 kg, oscilloskopet 20 kg och stativet 15 kg. Operatören behövde dessutom en växelströmgenerator på 220 V och en 10 litersbehållare med flytande kväve. Till vänster om oscilloskopet syns Polaroidtillsatsen (6 kg).



Figur 13.3 2015: FLIR One, ett tillbehör till iPhone- och Android-mobiltelefoner. Vikt: 90 g.

FLIR Systems tillverkar själva alla vitala mekaniska och elektroniska komponenter till kameran – 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.

13.1 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.

13.2 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.

13.3 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.

Term	Definition
Absorption och emission ³	Kapaciteten eller förmågan hos ett föremål att absorbera infallande utstrålad energi är alltid samma som kapaciteten att avge sin egen energi som strålning
Diagnostik	undersökning av symptom och syndrom för att avgöra typ av fel eller haveri ⁴
Emissivitet	förhållandet mellan den energi som utstrålas av verkliga kroppar och den effekt som utstrålas av en svartkropp vid samma temperatur och vid samma våglängd ⁵
Energins bevarande ⁶	Summan av det totala energiinnehållet i ett slutet system är konstant
Färgpalett	tilldelar olika färger för att visa specifika nivåer av skenbar temperatur. Paletter kan ge hög eller låg kontrast, beroende på vilka färger som används i dem
Infallande strålning	strålning som träffar ett föremål från dess omgivning
IR-termografi	process för insamling och analys av termisk information från beröringsfria värmekameraenheter
Isoterm	ersätter vissa färger i skalan med en kontrasterande färg. Det markerar ett intervall av skenbart lika temperatur ⁷
Konvektion	ett värmeöverföringsläge där en vätska sätts i rörelse, antingen genom gravitation eller någon annan kraft, varvid värme överförs från en plats till en annan
Kvalitativ termografi	termografi som förlitar sig på analys av värmemönster för att se om det finns avvikelser och var de isåfall finns ⁸
Kvantitativ termografi	termografi som använder temperaturmätning för att avgöra hur allvarlig en avvikelse är så man kan bedöma reparationsprioritering ⁸
Ledning	direktöverföring av termisk energi från molekyl till molekyl, orsakad av kollisioner mellan molekylerna
Reflekterad skenbar temperatur	skenbar temperatur för omgivningen som reflekteras av målet i IR-kameran ⁵
Skenbar temperatur	okompenserad avläsning från ett infrarött instrument, som innehåller all infallande strålning på instrumentet, oavsett dess källa ⁹
Spatial upplösning	en IR-kameras förmåga att fokusera på små föremål eller detaljer
Temperatur	mått på den genomsnittliga kinetiska energin hos molekylerna och atomerna som utgör substansen
Termisk energi	total kinetisk energi hos molekylerna som utgör föremålet ¹⁰
Termisk finjustering	processen att färglägga bilden av föremålet som analyseras, för att maximera kontrasten
Utgående strålning	strålning som lämnar ett objekts yta, oavsett dess ursprungliga källor
Värme	termisk energi som överförs mellan två föremål (system) på grund av deras temperaturskillnad
Värmegradiënt	gradvisa förändringar av temperaturen över distans ⁵

3. Kirchhoffs lag för värmestrålning.

4. Baserad på ISO 13372:2004 (en).

5. Baserad på ISO 16714-3:2016 (en).

6. Termodynamikens första huvudsats

7. Baserad på ISO 18434-1:2008 (en)

8. Baserad på ISO 10878-2013 (en).

9. Baserad på ISO 18434-1:2008 (en).

10. Termisk energi är en del av den inneboende energin i ett föremål.

Term	Definition
Värmeöverföring via strålning	Värmeöverföring via emission och absorption av värmestrålning
Värmeöverföringens riktning ¹¹	Värme flödar spontant från värme till kyla och därmed överförs värmeenergi från en plats till en annan ¹²
Värmeöverföringshastighet ¹³	Värmeöverföringshastigheten under jämviktsförhållande är direkt proportionell mot föremålets värmeledningsförmåga, föremålets tvärsnittsarea genom vilken värme flödar och temperaturskillnaden mellan föremålets två ändar. Den är omvänt proportionell mot föremålets längd eller tjocklek. ¹⁴

11. Termodynamikens andra huvudsats

12. Detta är en följd av termodynamikens andra huvudsats, själva huvudsatsen i sig är mer komplicerad.

13. Fouriers lag.

14. Detta är en tredimensionell form av Fouriers lag, giltig för jämviktsförhållanden.

15.1 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

15.2 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.

Icke 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.

15.2.1 Hitta emissiviteten hos ett prov

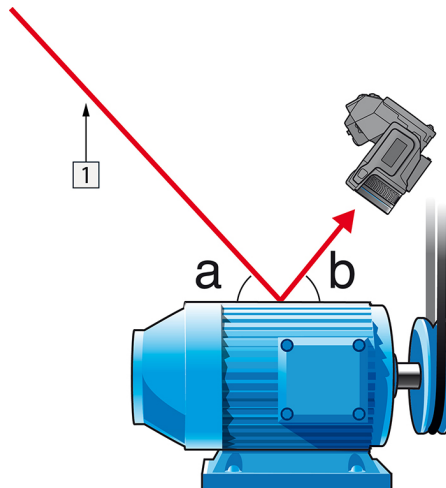
15.2.1.1 Steg 1: Fastställa den reflekterade skenbara temperaturen

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

15.2.1.1.1 Metod 1: Direktmetoden

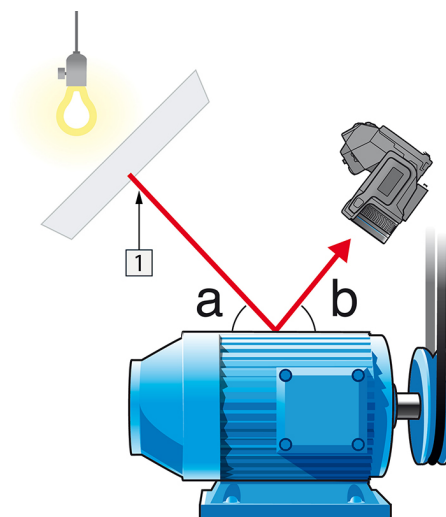
Gör så här:

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



Figur 15.1 1 = Reflexionskälla

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

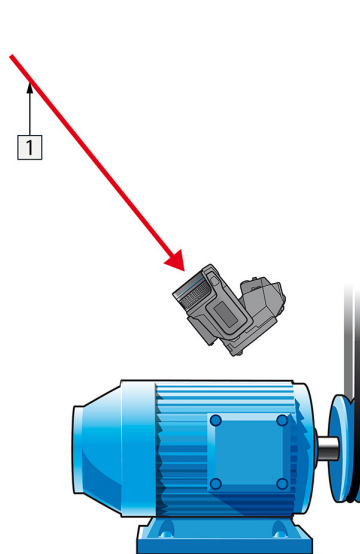


Figur 15.2 1 = Reflexionskälla

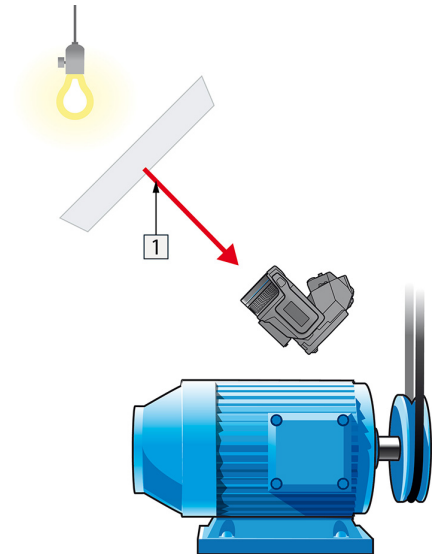
3. Mät styrkan på strålningen (= skenbar temperatur) från reflexionskällan med följande inställningar:

- Emissivitet: 1,0
- Dobj: 0

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



Figur 15.3 1 = Reflexionskälla



Figur 15.4 1 = Reflexionskälla

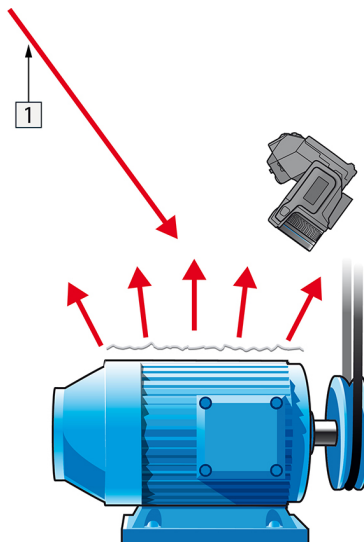
Du kan inte använda ett termoelement för att mäta reflekterad skenbar temperatur eftersom ett termoelement mäter *temperatur*, men skenbar temperatur är *strålningsintensitet*.

15.2.1.1.2 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. Folien anses vara en perfekt reflektor, så dess skenbara temperatur är samma som den reflekterade skenbara temperatur från omgivningen.



Figur 15.5 Mäta den skenbara temperaturen på aluminiumfolien.

15.2.1.2 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 emissivitetmätningen att ge felaktiga resultat.

15.3 Reflekerad 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.

15.4 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.

15.5 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 %.

15.6 Övriga parametrar

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

- Lufttemperatur – dvs. temperaturen i luften mellan kameran och målobjektet
- Temperatur på extern optik – dvs. temperaturen på extra objektiv och fönster som används framför kameran
- Överföring från extern optik, – dvs. överföringen från extra objektiv och fönster som används framför kameran

16.1 Inledning

Användningen av värmekameror har spritt sig till många professionella miljöer de senaste åren. De är lätta att hantera, och det går snabbt att ta infraröda bilder. Bilderna kan även enkelt bifogas till rapporter, t.ex. för en inspektion av en elinstallation eller byggnad som ett bevis på arbeten som utförts eller på eventuella identifierade fel eller avvikelser. Det är emellertid lätt att glömma att en bild som ska användas som bevis eller till och med som bevis inför domstol måste uppfylla vissa krav: detta åstadkommer man inte med en snabb ögonblicksbild. Vad är det då som utmärker en verkligt bra infraröd bild?

16.2 Bakgrund

Under de praktiska övningarna i våra termografiutbildningskurser märker vi gång på gång hur svårt en del deltagare har för att välja de optimala kamerainställningarna för olika uppgifter. Inte alla har till exempel en bakgrund inom amatörfotografering (i nästa avsnitt berättar vi mer om skillnaden mellan termografi och fotografi), och för att ta en bra och meningsfull infraröd bild behöver du viss kunskap om fotografering, inklusive hur den tillämpas praktiskt. Därför är det knappast förvånande att de som tar infraröda bilder, särskilt de utan utbildning, upprepade gånger tar fram rapporter med infraröda bilder som är meningslösa eller till och med understödjer felaktiga slutsatser och endast duger för papperskorgen. Tyvärr återfinns sådana rapporter inte bara i företag i vilka termografi snarare är en extra bonus utan även i företag där dessa rapporter är en del av ett övervaknings- eller underhållsprogram för en avgörande process. Det finns två huvudsakliga skäl till detta: antingen vet inte användarna vad en bra infraröd bild är eller hur man tar en, eller – av någon anledning – gör man inte jobbet ordentligt.

16.3 En bra bild

Eftersom termografi och fotografering är besläktade är det meningsfullt att se vad som är viktigt för professionella fotografer. Vad anser de kännetecknar en bra bild? Tre aspekter kan utpekade som de viktigaste:

1. En bild måste beröra betraktaren på något sätt. Det betyder att den behöver vara ovanlig, slående eller unik, och måste väcka intresse och, beroende på genren, känslor.
2. Komposition och balans måste vara i harmoni med varandra; bildens detaljer och innehåll måste passa estetiskt.
3. Belysningen måste vara intressant, såsom bakgrunds- eller sidobelysning som kastar dramatiska skuggor, eller kvällsljus eller annan tilltalande belysning – vad som än passar den övergripande effekten som fotografen vill uppnå.

I vilken utsträckning kan dessa koncept tillämpas på termografi?

Med termografi bör motivet också vara intressant. Med andra ord är vårt syfte att avbilda ett föremål eller dess tillstånd. Känslor behövs inte – fakta är viktigare för infraröda bilder (under förutsättning att de inte är ett konstprojekt!). I det vanliga arbetslivet är det viktigt att visa infraröda mönster tydligt och att underlätta temperaturmätningar.

Den infraröda bilden måste även ha lämpliga bilddetaljer och visa föremålet i lämplig storlek och position.

Utan yttre belysning går det varken att se eller fotografera eftersom det vi ser med våra ögon eller registrerar med en kamera är reflekterat ljus. Inom termografin registrerar kameran både utsänd och reflekterad strålning. Därför är förhållandet mellan och intensiteten hos den infraröda strålningen, både den som utsänds av föremålet och av den omgivande miljön, viktiga. Bildens ljusstyrka och kontrast justeras sedan genom att man ändrar det visade temperaturintervallet.

Jämförelsen mellan fotografering och termografi kan sammanfattas i tabellen med hjälp av några få nyckelord:

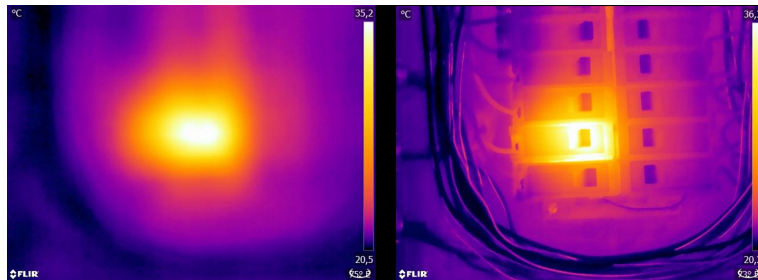
Fotografering	Termografi
Intressant motiv	Föremålet som ska granskas
"Berättar en historia"	"Presenterar fakta"
Estetiskt tilltalande	Tydliga värmemönster
Känslösam	Objektiv
Bilddetalj	Bilddetalj
Fokus	Fokus
Belysning	Emission och reflektion
Ljusstyrka	Ljusstyrka
Kontrast	Kontrast

Liksom för fotografering finns det inom termografi oräkneliga möjligheter att redigera bilder – under förutsättning att de sparas som radiometriskta bilder. Men inte alla inställningar kan ändras, och inte alla bildfel kan korrigeras.

16.4 De tre oföränderliga sakerna – grunderna för en bra bild

16.4.1 Fokus

En professionell infraröd bild är alltid i fokus och skarp, föremålet och värmemönstret måste kunna ses tydligt och enkelt.



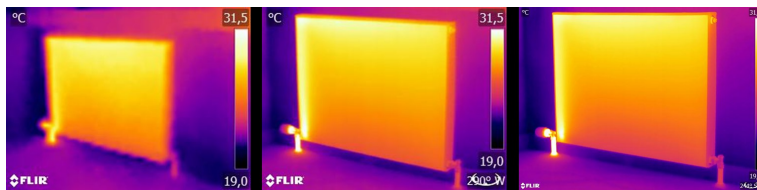
Figur 16.1 Endast dimmiga "värmefläckar" kan ses i den ofokuserade bilden (till vänster). Den fokuserade bilden (till höger) visar tydligt vilket föremål som observeras och var föremålet är varmt.

En suddig bild ger inte bara ett oprofessionellt intryck och gör det svårare att identifiera föremålet och eventuella fel (se Figur 16.1) utan kan även leda till mätfel (se Figur 16.2), som blir allvarigare ju mindre mätföremålet är. Även om alla andra parametrar är korrekt inställda kommer mätvärdena från en ofokuserad infraröd bild med hög sannolikhet att vara felaktiga.



Figur 16.2 Fokuserad infraröd bild (till vänster) med en högsta temperatur på $T_{\max} = 89,7 \text{ °C}$ och en ofokuserad infraröd bild (till höger) med en högsta temperatur på $T_{\max} = 73,7 \text{ °C}$.

Givetvis spelar storleken på detektormatrisen också roll för bildkvaliteten. Bilder tagna med kameror med små detektorer (d.v.s. med färre pixlar) är suddigare eller "kornigare" och ger intrycket att de inte är fokuserade (se Figur 16.3). Notera även att inte alla kameror kan fokuseras, och i detta fall är det enda sättet att fokusera kameran att ändra avståndet från föremålet.



Figur 16.3 Samma värmekälla från samma avstånd med samma inställningar, taget med tre olika värmekameror: FLIR C2 (till vänster), FLIR T440 (i mitten) och FLIR T640 (till höger).

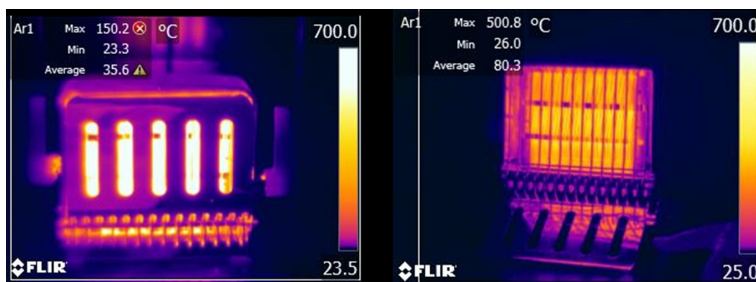
16.4.2 Temperaturområde

För handhållna mikrobolometerkameror utan kylning är "exponeringen" väsentligen förinställd av bildhastigheten. Detta innebär att det inte är möjligt att välja hur länge – och därmed hur mycket – värmestrålning som träffar kameradetektorn. Av detta skäl måste man välja ett lämpligt temperaturområde som passar mängden inkommande värmestrålning. Om man väljer ett temperaturområde som är för lågt kommer bilden att bli övermättad, eftersom föremål med högre temperaturer utsänder mer infraröd strålning än kallare föremål. Om du väljer ett temperaturområde som är för högt kommer den infraröda bilden att vara "underexponerad", som man kan se i Figur 16.4.



Figur 16.4 Bilder från en FLIR T440 med temperaturområden på -20 till +120 °C, (till vänster), 0 till +650 °C (i mitten) och +250 till +1 200 °C (till höger). Alla andra inställningar är oförändrade.

För att ta en bild eller göra en temperaturmätning bör man välja det lägsta möjliga temperaturområdet. Men det måste även inbegripa den högsta temperaturen i bilden (se Figur 16.5).

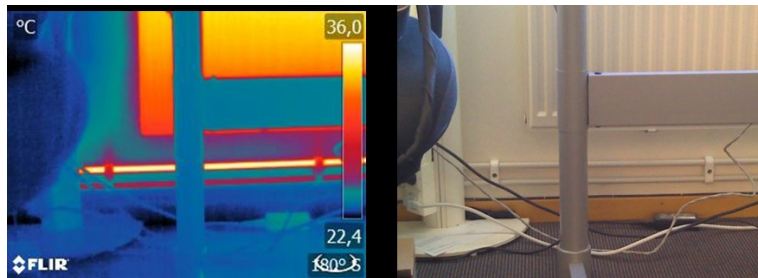


Figur 16.5 En bild av samma föremål tagen med olika temperaturområden: -20 till 120 °C (till vänster) och 0 till 650 °C (till höger). Temperaturen i den vänstra bilden visas med en varningsskylt (en röd cirkel med ett vitt kors) eftersom de uppmätta värdena ligger utanför det kalibrerade området.

Beroende på kameramodellen och konfigurationsalternativen kan överexponerade och underexponerade områden visas med en kontrasterande färg.

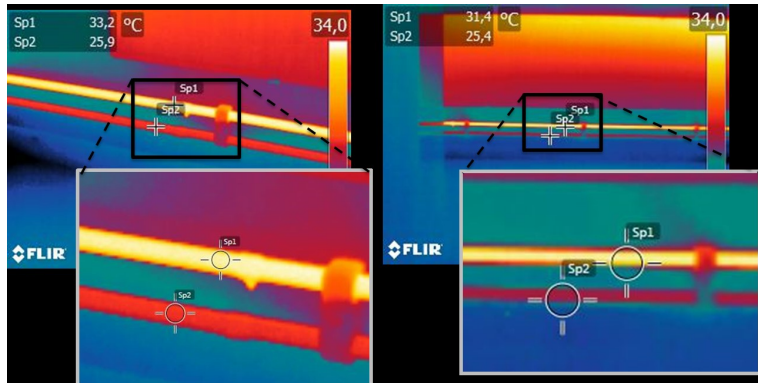
16.4.3 Bilddetalj och avstånd från föremålet

Belysning inom fotografering motsvarar inom termografi samspillet mellan strålning från föremålet och reflekterad strålning från den omgivande miljön. Den senare är oönskad på grund av att störande – eller åtminstone punktvisa – reflektioner måste undvikas. Detta åstadkommer man genom att välja en lämplig position att ta bilderna från. Det är också bra att välja en position från vilken det aktuella föremålet kan ses tydligt och inte är dolt. Detta kan tyckas självklart, men inom till exempel byggnadssektorn är det vanligt att se rapporter där de rör eller fönster som ska undersökas är gömda bakom soffor, inomhusväxter eller gardiner. Figur 16.6 illustrerar denna situation – som förekommer alltför ofta.



Figur 16.6 "Termografisk inspektion" av ett otillgängligt föremål.

Det är också viktigt att föremålet som undersöks, eller dess aktuella områden, fyller hela den infraröda bilden. Detta är särskilt viktigt när man mäter temperaturen på små föremål. Punktverktyget måste vara helt fyllt av föremålet för att kunna göra korrekta temperaturmätningar. Eftersom synfältet och därmed punktstorleken bestäms av både avståndet till föremålet och kamerans optik, måste då avståndet till föremålet antingen minskas (gå närmare!) eller ett teleobjektiv användas (se Figur 16.7).



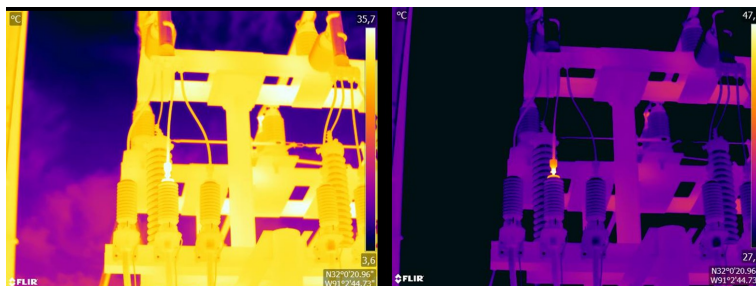
Figur 16.7 Matar- och returledningar från element i ett öppet kontorslandskap. Den vänstra bilden togs från ett avstånd på 1 m: Mätpunkten är fylld och temperaturmätningen är korrekt. Den högra bilden togs från ett avstånd på 3 m: Mätpunkten är inte helt fylld och de uppmätta temperaturvärdena är felaktiga (31,4 och 24,4 °C i stället för 33,2 och 25,9 °C).

16.5 De variabla inställningarna – bildoptimering och temperaturmätning

16.5.1 Nivå och spann

Efter att du har valt lämpligt temperaturområde kan du justera kontrast och ljusstyrka för den infraröda bilden genom att ändra temperaturområdena som visas. I manuellt läge kan de falska färgerna som är tillgängliga i paletten tilldelas temperaturer för önskade objekt. Den här processen kallas ofta "termisk justering". I automatiskt läge väljer kameran den kallaste och varmaste synbara temperaturen i bilden som övre och nedre gräns för temperaturområdet som visas för tillfället.

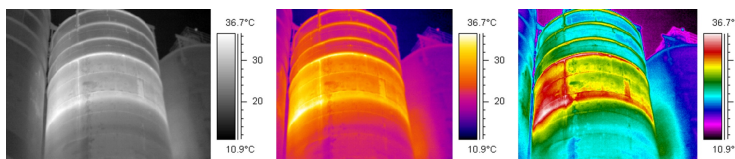
En bra eller problemspecifik skala för den infraröda bilden är ett viktigt steg i tolkningen av bilden och underskattas tyvärr ofta (se Figur 16.8).



Figur 16.8 En infraröd bild i automatiskt läge (till vänster) och i manuellt läge (till höger). Det justerade temperaturintervallet ökar bildens kontrast och gör felen tydliga.

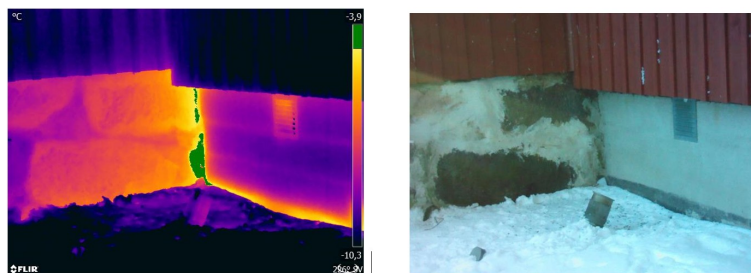
16.5.2 Paletter och isotermer

Paletter motsvarar intervaller med samma synbara temperaturer genom att använda olika färguppsättningar. Med andra ord översätter de specifika strålningsintensiteter till färger som är specifika för en viss palett. Paletter som används ofta inbegriper de grå, järn- och regnbågsfärgade paletterna (se Figur 16.9). Gråtoner är särskilt lämpade för att upplösa små geometriska detaljer men är mindre lämpade för att visa små temperaturskillnader. Järnpaletten är mycket intuitiv och även lätt att förstå för de som inte har stor erfarenhet inom termografi. Den ger en bra balans mellan geometrisk och infraröd upplösning. Regnbågspaletten är färgstarkare och alternerar mellan ljusa och mörka färger. Detta ger större kontrast men kan leda till en brusfylld bild för föremål med olika ytor eller många temperaturer.



Figur 16.9 Grå, järn- och regnbågsfärgade paletter (vänster till höger).

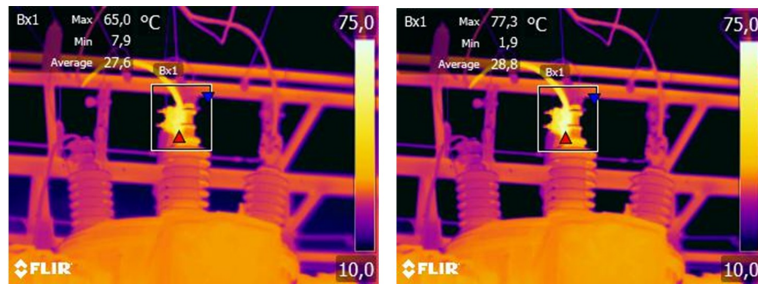
Isotermen är en mätfunktion som visar ett visst intervall med samma synbara temperatur eller strålningsintensitet i en färg som skiljer sig från paletten. Den låter dig betona temperaturmönster i bilden (se Figur 16.10).



Figur 16.10 Grundvägg: förbindelse mellan de gamla (till vänster i bild) och de nya (till höger i bild) delarna av byggnaden. Isotermen markerar ett område med luftläckage.

16.5.3 Objektparametrar

Som vi har sett beror infraröda bilders utseende på termograförens teknik och val av inställningar, och utseendet på sparade radiometriskas bilder kan ändras genom redigering. Men det är även möjligt att ändra inställningarna som är relevanta för att beräkna temperaturer. I praktiken betyder detta att emissivitet och reflekterad synbar temperatur kan ändras i efterhand. Om du märker att dessa parametrar har ställts in fel eller vill lägga till fler mätpunkter, kommer temperaturmätningens värdena att beräknas eller räknas om i enlighet med förändringarna (se Figur 16.11).



Figur 16.11 Ändring av emissivitet för en sparad bild. Den maximala temperaturen är 65,0 °C för $\epsilon = 0,95$ i den vänstra bilden och 77,3 °C för $\epsilon = 0,7$ i den högra bilden.

16.6 Ta bilder – praktiska tips

Följande lista inbegriper några praktiska tips. Men notera att detta inte är en uttömmande beskrivning av proceduren för att ta infraröda bilder.

- Se till att kameran sparar radiometriska bilder.
- Välj en lämplig position att ta bilderna ifrån:
 - Observera utstrålningssituationen.
 - Kontrollera att föremålet syns tydligt och visas i lämplig storlek och position.
- Om du ändrar emissiviteten ska du övervaka temperaturområdet och se till att det förblir lämpligt.
- Fokus.
- Använd ett stativ för att minimera kameraskakningar.
- Gör den termiska finjusteringen.
- Anteckna beskrivning av föremålet, föremålets storlek, faktiskt avstånd, omgivningsförhållanden och arbetsförhållanden.

Det är lättare att redigera den infraröda bilden när den är sparad eller "frusen" (i "Förhandsgranskning"). Och eftersom du inte behöver göra allt på plats kan du även lämna farliga områden omedelbart efter att bilden tagits. Ta om möjligt några fler bilder än du behöver – inklusive från olika vinklar. Det är bättre än att ta för få! Sedan kan du i lugn och ro välja den bästa bilden.

16.7 Slutsats

Det krävs inga magiska tricks för att ta en bra infraröd bild – gediget hantverk och ordentligt arbete är det enda som krävs. Många av punkterna som nämns kan tyckas triviala och "välkända", särskilt för amatörfotografer. Givetvis spelar utrustningen roll och gör det enklare att ta skarpa bilder. Bättre kameror, det vill säga sådana som ger hög upplösning, ger snabb lokalisering av till och med små avvikelser, och utan fokuseringsförmåga är det alltid svårt att ta en skarp bild. Men avancerade kameror är ingen garanti för bra bilder om de används felaktigt. Grunden för bra, professionellt arbete är utbildning och övning i termografi, kunskapsutbyte med andra termograförer och, givetvis, praktisk erfarenhet.

17.1 Inledning

Det är nödvändigt att kalibrera en värmekamera för temperaturmätning. Kalibreringen visar förhållandet mellan insignalen och den fysiska storheten som man vill mäta. Men trots dess utbredda och frekventa användning så missbrukas och missförstås termen "kalibrering" ofta. Lokala och nationella skillnader samt översättningsrelaterade problem leder till ytterligare förvirring.

Otydlig terminologi kan leda till svårigheter i kommunikation och felaktiga översättningar, och därefter till felaktiga mätningar på grund av missförstånd och, i värsta fall, även till rättegång.

17.2 Definition – vad är kalibrering?

Internationella byrån för mått och vikt¹⁵ definierar *kalibrering*¹⁶ på följande sätt:

an operation that, under specified conditions, in a first step, establishes a relation between the quantity values with measurement uncertainties provided by measurement standards and corresponding indications with associated measurement uncertainties and, in a second step, uses this information to establish a relation for obtaining a measurement result from an indication.

Själva kalibreringen kan uttryckas i olika format: detta kan vara ett påstående, kalibreringsfunktion, kalibreringsdiagram¹⁷, kalibreringskurva¹⁸, eller kalibreringstabell.

Ofta uppfattas och benämns det första steget i ovanstående definition som "kalibrering". Detta är dock inte (alltid) tillräckligt.

Vid kalibrering av en värmekamera fastställer det första steget förhållandet mellan strålning (storhetsvärde) och den elektriska utsignalen (indikering). Det här första steget i kalibreringsproceduren består av att erhålla en homogen (eller enhetlig) respons när kameran placeras framför en utökad strålkälla.

När vi känner till referensstrålarens temperatur kan den erhållna utsignalen (indikeringen) i det andra steget relateras till referensstrålarens temperatur (mätresultatet). Det andra steget omfattar driftmätning och driftkompensation.

Kalibrering av en värmekamera beskrivs egentligen inte i temperatur. Värmekameror är känsliga för IR-strålning. Därför behövs det först ett värde för radians och därefter en relation mellan radians och temperatur. Bolometerkameror som används av personer som inte arbetar med FoU uttrycker inte radians utan endast temperatur.

17.3 Kamerakalibrering hos FLIR Systems

Utan kalibrering kan en infraröd kamera varken mäta radians eller temperatur. På FLIR Systems utförs kalibrering av okylda temperaturmätande mikrobolometerkameror under både produktion och service. Kylda kameror med fotondetektorer kalibreras ofta av användaren med speciell programvara. Med den här typen av programvara kan även vanliga bärbara och okylda värmekameror i teorin kalibreras av användaren. Men eftersom det här programmet inte är lämpligt för rapporteringsändamål har de flesta användare inte det. Icke-mätande enheter som endast används för bildtagning behöver ingen temperaturkalibrering. Ibland återspeglas detta även i kameraterminologi när man talar om infraröda kameror eller värmekameror jämfört med termografikameror, där de sistnämnda är mätande instrument.

15. <http://www.bipm.org/en/about-us/> [Hämtad 2017-01-31.]

16. <http://jcg.m.bipm.org/vim/en/2.39.html> [Hämtad 2017-01-31.]

17. <http://jcg.m.bipm.org/vim/en/4.30.html> [Hämtad 2017-01-31.]

18. <http://jcg.m.bipm.org/vim/en/4.31.html> [Hämtad 2017-01-31.]

Kalibreringsinformationen, oavsett om kalibreringen utförs av FLIR Systems eller användaren, lagras i kalibreringskurvor, som uttrycks av matematiska funktioner. Eftersom strålningsintensiteten förändras med såväl temperaturen som avståndet mellan objektet och kameran skapas olika kurvor för olika temperaturområden och utbytbara objekt.

17.4 Skillnaderna mellan en kalibrering som utförts av en användare och en som utförts direkt hos FLIR Systems

För det första är referensstrålare som FLIR Systems använder själva kalibrerade och spårbara. Det betyder att källorna vid varje FLIR Systems-anläggning som utför kalibreringen kontrolleras av en oberoende nationell myndighet. Kamerans kalibreringscertifikat bekräftar detta. Det är bevis på att inte bara kalibreringen har genomförts av FLIR Systems, utan även att den har genomförts med kalibrerade referenser. Vissa användare har tillgång till ackrediterade referenskällor, men de är väldigt få.

För det andra finns det en teknisk skillnad. När man utför en användarkalibrering blir resultatet ofta (men inte alltid) ej driftkompenserat. Detta innebär att värdena inte tar hänsyn till en eventuell ändring i kamerans utsignal när kamerans interna temperatur varierar. Detta ger en större osäkerhet. Driftkompensering använder data som erhållits i klimat-kammare. Alla FLIR Systems-kameror är driftkompenserade när de levereras till kunden och när de omkalibreras av FLIR Systems serviceavdelningar.

17.5 Kalibrering, verifiering och justering

En vanlig missuppfattning är att blanda ihop *kalibrering* med *verifiering* eller *justering*. Kalibrering är förvisso en nödvändig förutsättning för *verifiering*, vilket ger en bekräftelse på att specificerade krav är uppfyllda. Verifieringen ger objektiva bevis på att ett enskilt objekt uppfyller angivna krav. Definierade temperaturer (strålning) för kalibrerade och spårbara referenskällor mäts för att genomföra verifieringen. Mätresultaten, inklusive avvikelser, anges i en tabell. Verifieringscertifikatet fastslår att dessa mätresultat uppfyller angivna krav. Ibland erbjuder och marknadsför företag eller organisationer detta verifieringscertifikat som ett "kalibreringscertifikat".

Ordentlig verifiering – och i förlängningen kalibrering och/eller omkalibrering – kan bara uppnås när ett validerat protokoll respekteras. Processen omfattar mer än att placera kameran framför svartkroppar och kontrollera om kamerans utsignal (temperatur, till exempel) motsvarar den ursprungliga kalibreringstabellen. Man glömmar ofta att kameror endast är känsliga för strålning och inte temperatur. Dessutom är en kamera ett *bildalstrande system* och inte bara en enda sensor. Om den optiska konfigurationen som låter kameran "samla in" radian är dålig eller fel justerad gör det "verifieringen" (kalibrering eller omkalibrering) värdelös.

Man måste t.ex. se till att avståndet mellan svartkroppen och kameran samt att diametern på svartkroppens kavitet har valts på så sätt att det minskar spridning av strålning och den s.k. size-of-source-effekten (SSE).

Sammanfattningsvis: ett validerat protokoll måste följa de fysiska lagarna för *radians* och inte bara de för temperatur.

Kalibreringen är också en förutsättning för *justering*, vilket är åtgärderna som utförs på ett mätsystem så att systemet tillhandahåller föreskrivna indikationer som motsvarar angivna värdena för storheterna som ska mätas. Dessa erhålls vanligen från mätstandarder. Med andra ord innebär det att justering är en manipulation som gör att instrumenten mäter korrekt inom sina specifikationer. Termen "kalibrering" används i vardagspråk ofta i stället för "justering" för mätenheter.

17.6 Avvikelsekorrigering

När värmekameran visar "Kalibrerar ..." så justerar den för avvikelsen i responsen av varje enskilt detektorelement (pixel). Inom termografi kallas detta för "avvikelsekorrigering" (Non-uniformity correction, NUC). Det är en avvikelsekorrigering och förstärkningen förblir densamma.

Den europeiska standarden EN 16714-3, Non-destructive Testing—Thermographic Testing—Part 3: Terms and Definitions, definierar en avvikelsekorrigering (eller NUC) som "bildkorrigering som utförs av kamerans programvara för att kompensera för olika känsligheter hos detektorelementen och andra optiska och geometriska störningar".

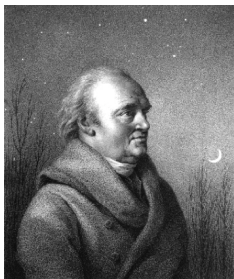
Under NUC (avvikelsekorrigering) placeras en slutare (intern flagga) i strålgången och alla detektorelement utsätts för samma mängd strålning som härrör från slutaren. I en idealisk situation ska de därför avge samma utsignal. Men varje enskilt element har en unik respons, så utsignalen är inte enhetlig. Den här avvikelsen från det idealiska resultatet beräknas och används för att utföra en matematisk bildkorrigering, vilket är en korrigering av strålningssignalen som visas. Vissa kameror saknar en slutare. I det här fallet måste avvikelsekorrigeringen utföras manuellt med hjälp av särskild programvara och en extern enhetlig strålkälla.

En NUC utförs t.ex. under start, vid byte av mätområdet, eller när omgivningens temperatur ändras. Vissa kameror låter dessutom användaren aktivera den manuellt. Detta är praktiskt när man behöver utföra en kritisk mätning med så få störningar som möjligt.

17.7 Termisk bildjustering (termisk justering)

Vissa personer använder termen "bildkalibrering" vid justering av termisk kontrast och ljusstyrka på bilden för att förbättra specifika detaljer. När den här åtgärden utförs ställs temperaturintervallet in på ett sådant sätt att alla tillgängliga färger används för att endast visa (eller fokusera på) temperaturerna i området av intresse. Den korrekta termen för åtgärden är "termisk bildjustering" eller "termisk finjustering", eller, på vissa språk, "termisk bildoptimering". Man måste vara i manuellt läge om man vill utföra detta, annars kommer kameran att automatiskt ställa in de övre och undre gränserna för temperaturområdet som visas till scenens kallaste och varmaste temperaturer.

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 18.1 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 18.2 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 prisma 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 (dvs. 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 1930-talet.



Figur 18.3 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 18.4 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 $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$) 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 att upptäcka personal, artilleri, flygplan, fartyg – och till och med isberg. Det första fungerande systemet, i modern mening, började utvecklas under kriget 1914–18, när båda sidor hade forskningsprogram för militär exploatering av det infraröda. De här programmen innehöll experimentella system för fiendetrång och upptäckt, fjärravkänning av temperaturer, säker kommunikation och riktlinjer för "flygande torpeder". Ett infrarött söksystem som testades under den här perioden kunde upptäcka ett annat flygplan på ett avstånd av 1,5 km (0,94 miles) 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 (dvs. 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.

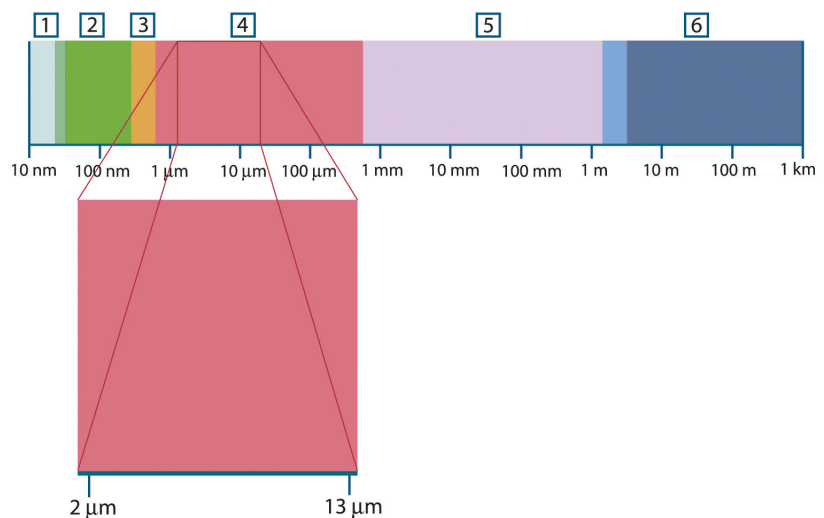
De taktiska militära nackdelarna av s.k. aktiva (dvs. sökstråleutrustade) termobildsystem satte efter kriget 1939–45 fart på utvecklingen av passiva infraröda system (utan sökstrålar) kring den extremt känsliga fotondetektorn. Under den här perioden förhindrade militära säkerhetsregler all information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

19.1 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.

19.2 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 19.1 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.

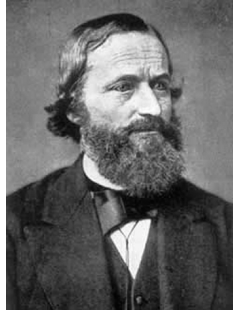
Det infraröda bandet delas ofta upp i fyra mindre band, vilkas gränser också väljs godtyckligt. De innefattar: det *nästan infraröda* (0,75–3 µm), det *medelinfraröda* (3–6 µm), det *mycket infraröda* (6–15 µm) och det *extremt infraröda* (15–100 µm). Även om våglängderna anges i µm (mikrometer) används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

Förhållandet mellan de olika enheterna är:

$$10\,000\ \text{Å} = 1\,000\ \text{nm} = 1\ \mu = 1\ \mu\text{m}$$

19.3 Svartkroppsstrålning

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 19.2 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 *kaviteitsstrålare*. En termiskt jämn kavitet uppvärmd till en enhetlig temperatur genererar svartkroppsstrålning vars egenskaper endast bestäms av kavitetstemperaturen. Sådana kaviteitsstrålare 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.

19.3.1 Plancks lag



Figur 19.3 Max Planck (1858–1947)

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

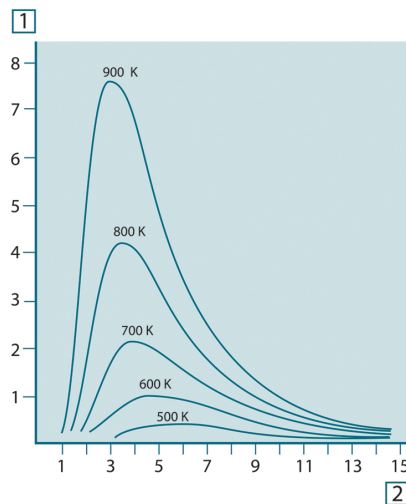
$$W_{\lambda b} = \frac{2\pi hc^2}{\lambda^5 \left(e^{\frac{hc}{\lambda kT}} - 1 \right)} \times 10^{-6} [\text{Watt} / \text{m}^2, \mu\text{m}]$$

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.



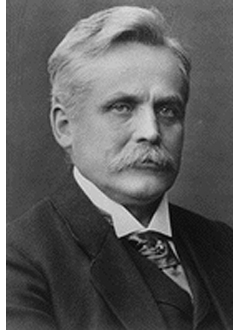
Figur 19.4 En svartkroppens spektrala strålning, enligt Plancks lag, grafiskt åskådliggjord vid olika temperaturer. 1: Spektral emittans ($\text{W}/\text{cm}^2 \times 10^3(\mu\text{m})$); 2: Våglängd (μm)

19.3.2 Wiens förskjutningslag

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

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

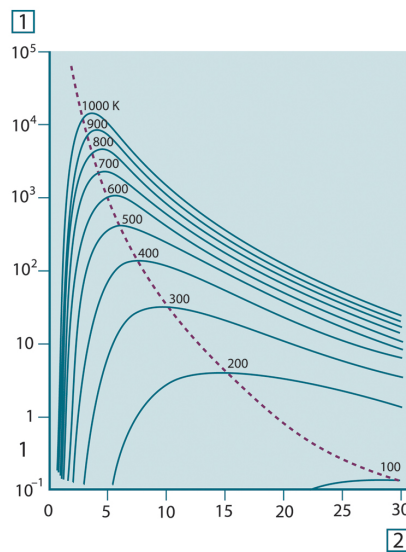
Det här är Wiens förskjutningslag (efter *Wilhelm Wien*, 1864–1928) som matematiskt uttrycker det faktum att färgen varierar från röd till orange eller gul när temperaturen på en termisk strålar stiger. Färgens våglängd är samma som våglängden som beräknats för λ_{max} . Ett bra ungefärligt värde på 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, ultravioletta området vid våglängden 0,27 μm .



Figur 19.5 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 19.6 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 (W/cm^2 (μm)); 2: Våglängd (μm).

19.3.3 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 $\lambda = 0$ to λ_{max} endast är 25 % av den totala strålningen, vilket ungefär motsvarar solens strålning inom det synliga våglängdsområdet.



Figur 19.7 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 kompenserade förlusten genom absorption av strålning från omgivningen som normalt har nästan samma temperatur, samt genom det skydd som klädernas isolering erbjuder.

19.3.4 Icke-svartkropsstrålare

Hittills har endast svartkropsstrålare och svartkropsstrålning 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. Sålunda 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:

$$\varepsilon_\lambda = \alpha_\lambda$$

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

$$\varepsilon_\lambda + \rho_\lambda = 1$$

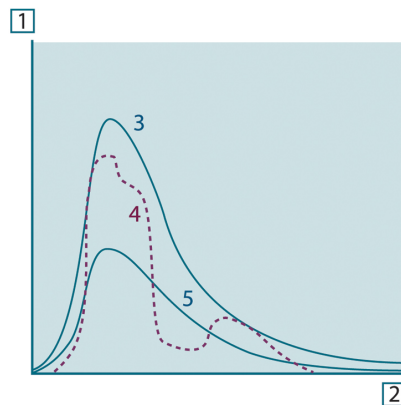
För höglanspolerade material närmar sig ε_λ noll, vilket för perfekt reflekterande material (dvs. en spegel) skulle ge:

$$\rho_\lambda = 1$$

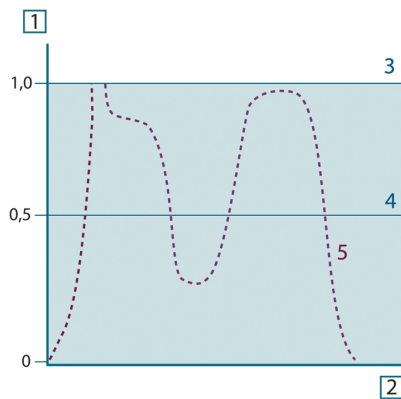
För gråkropsstrålare blir Stefan-Boltzmanns formel:

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

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



Figur 19.9 Spektral emissivitet för tre typer av strålare. 1: Spektral emissivitet; 2: Våglängd; 3: Svartkropp; 4: Gråkropp; 5: Selektiv strålare.

19.4 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:

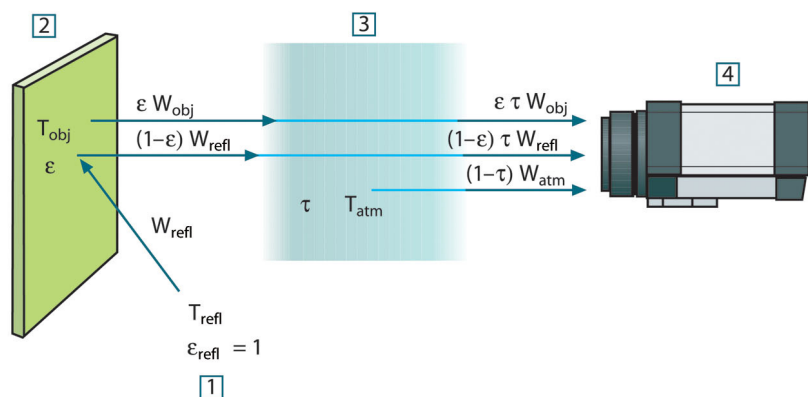
$$\varepsilon_{\lambda} = 1 - \rho_{\lambda}$$

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 slaget 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 20.1 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. *Reflekterad emission från omgivningingskällor* = $(1 - \varepsilon)\tau W_{\text{refl}}$, 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):

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

Multiplitera 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 20.1 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.

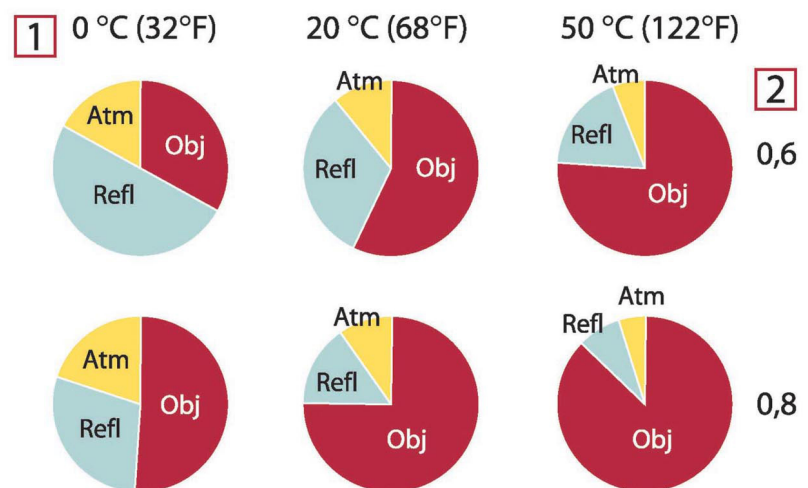
Figurerna nedan visar de relativa magnituderna hos de tre strålningsbidragen för tre olika objekttemperaturer, två emittanser och två spektrumområden: KV och LV. De återstående parametrarna har följande fasta värden:

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

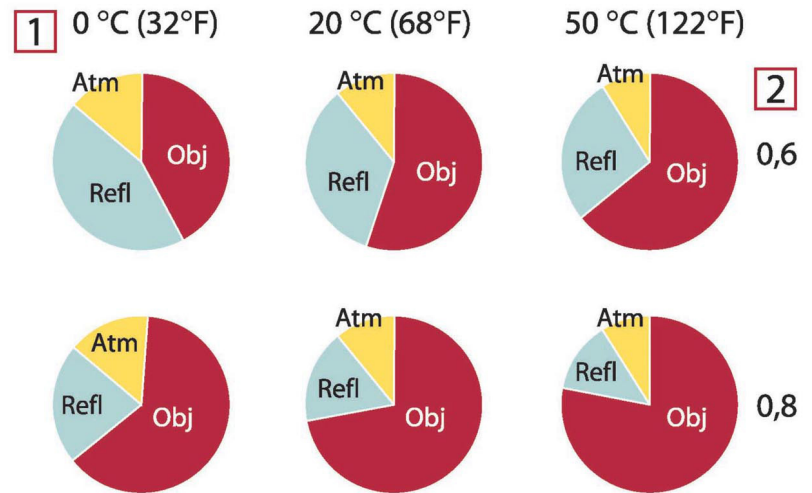
Det är uppenbart att en korrekt temperaturmätning är mer avgörande vid låga objekttemperaturer än vid höga, eftersom "störningsstrålningskällorna" relativt sett är mycket starkare i det förstnämnda fallet. Om dessutom objektets emittans är låg blir situationen ännu besvärligare.

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 algoritim är baserad på strålningsfysikalgorithmer. Givetvis måste man sätta en gräns för sådana extrapoleringar.



Figur 20.2 Relativa magnituder hos strålningskällor under varierande mätförhållanden (KV-kamera). 1: Objektets temperatur; 2: Emittans; Obj: Objektets strålning; Refl: Reflekterad strålning; Atm: atmosfärstrålning. Fasta parametrar: $\tau = 0,88$; $T_{\text{refl}} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$; $T_{\text{atm}} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$.



Figur 20.3 Relativa magnituder hos strålningskällor under varierande mätförhållanden (KV-kamera). 1: Objektets temperatur; 2: Emmittans; Obj: Objektets strålning; Refl: Reflekerad 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.

21.1 Referenslitteratur

1. Mikael 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.
14. Schuster, Norbert and Kolobrodov, Valentin G. *Infrarotthermographie*. Berlin: Wiley-VCH, 2000.

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

21.2 Tabeller

Tabell 21.1 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	$\approx 0,96$	13
3M, typ 88	Eltejp av svart vinyl	< 105	LV	$\approx 0,96$	13
3M, typ 88	Eltejp av svart vinyl	< 105	MW	< 0,96	13
3M, typ Super 33 +	Eltejp av svart vinyl	< 80	LV	$\approx 0,96$	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

Tabell 21.1 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	anodiserad, svart, matt	70	KV	0,67	9
Aluminium	anodiserad, svart, matt	70	LV	0,95	9
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

Tabell 21.1 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	blankt	250	T	0,08	1
Bly	ooxiderat, polerat	100	T	0,05	4
Bly	oxiderad vid 200° C	200	T	0,63	1
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

Tabell 21.1 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	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
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
Glasruta (flytglas)	utan beläggning	20	LV	0,97	14
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

Tabell 21.1 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	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
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	rödostig, 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

Tabell 21.1 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
Kol	ljussot	20	T	0,95	2
Koppar	elektrolytisk, noggrant polerad	80	T	0,018	1
Koppar	elektrolytisk, polerad	-34	T	0,006	4
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	≈ 0,96	12
Krylon Ultra-flat black 1602	Matt svart	Rumstemperatur upp till 175	MW	≈ 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

Tabell 21.1 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	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
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 smär- gelpapper 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

Tabell 21.1 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	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
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

Tabell 21.1 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
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
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	sandblästrad	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					

Tabell 21.1 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
Tapet	lätt mönstrad, ljusgrå	20	KV	0,85	6
Tapet	lätt mönstrad, röd	20	KV	0,90	6
Tegel	aluminiumoxid	17	KV	0,68	5
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 strålande	500-1000	T	0,8-0,9	1
Tegel	eldfast material, svagt strålande	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

Tabell 21.1 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
Tjära	papper	20	T	0,91-0,93	1
Trä		17	KV	0,98	5
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)

T501250.xml; sv-SE; AD; 43693; 2017-07-06
T505552.xml; sv-SE; 9599; 2013-11-05
T505469.xml; sv-SE; 39689; 2017-01-25
T505013.xml; sv-SE; 39689; 2017-01-25
T506128.xml; sv-SE; AC; 43003; 2017-06-02
T505470.xml; sv-SE; 39513; 2017-01-18
T505007.xml; sv-SE; 42810; 2017-05-23
T506125.xml; sv-SE; 40753; 2017-03-02
T505000.xml; sv-SE; 39687; 2017-01-25
T506155.xml; sv-SE; 42220; 2017-04-26
T506051.xml; sv-SE; 40460; 2017-02-20
T505005.xml; sv-SE; 42810; 2017-05-23
T505001.xml; sv-SE; 41563; 2017-03-23
T505006.xml; sv-SE; 41563; 2017-03-23
T505002.xml; sv-SE; 39512; 2017-01-18



Website

<http://www.flir.com>

Customer support

<http://support.flir.com>

Copyright

© 2017, FLIR Systems, Inc. All rights reserved worldwide.

Disclaimer

Specifications subject to change without further notice. Models and accessories subject to regional market considerations. License procedures may apply. Products described herein may be subject to US Export Regulations. Please refer to exportquestions@flir.com with any questions.

Publ. No.: T810252
Release: AD
Commit: 43693
Head: 43696
Language: sv-SE
Modified: 2017-07-06
Formatted: 2017-07-06