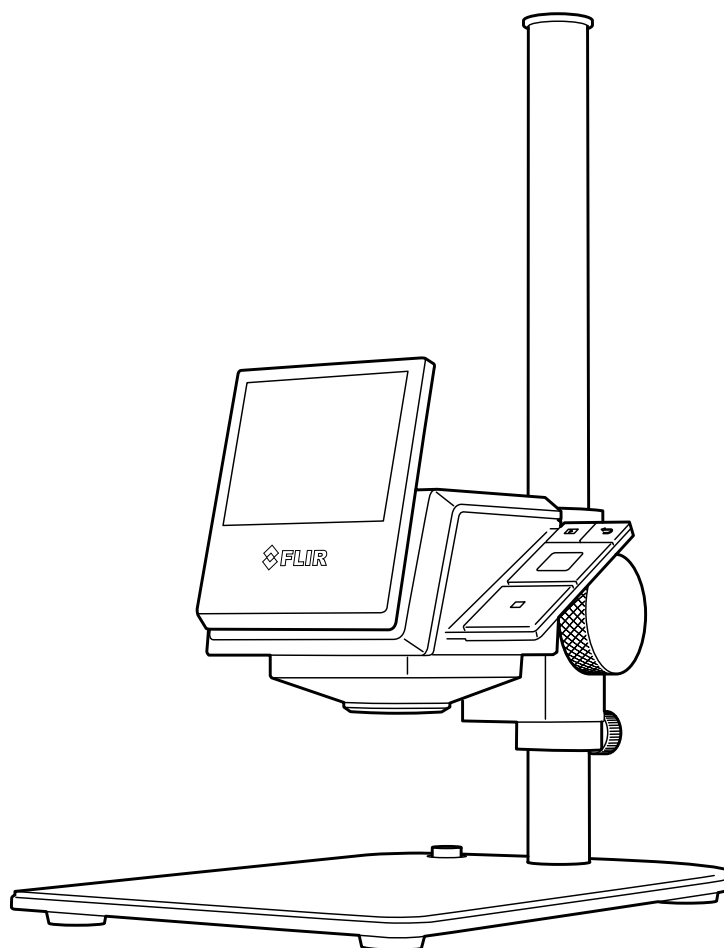


Felhasználói kézikönyv FLIR ETS3xx sorozat



Felhasználói kézikönyv FLIR ETS3xx sorozat

Tartalomjegyzék

1	Nyilatkozat.....	1
1.1	Jogi nyilatkozat.....	1
1.2	Használati statisztika	1
1.3	A beállításkulcs változásai	1
1.4	Az Egyesült Államok kormánya által előírt szabályok.....	1
1.5	Szerzői jogok	1
1.6	Minőségbiztosítás	1
1.7	Szabadalmak.....	1
1.8	EULA Terms	1
1.9	EULA Terms	1
2	Biztonsági információk	2
3	Felhasználói információk.....	4
3.1	Felhasználói fórumok.....	4
3.2	Kalibráció.....	4
3.3	Pontosság.....	4
3.4	Elektronikai hulladék ártalmatlanítása	4
3.5	Képzés.....	4
3.6	Dokumentációfrissítések	4
3.7	Fontos megjegyzés erről a kézikönyvről.....	5
3.8	Megjegyzés az irányadó változatról.....	5
4	Segítségnyújtás	6
4.1	Általános.....	6
4.2	Kérdések küldése	6
4.3	Letöltések	6
5	Bevezetés.....	8
5.1	Általános leírás.....	8
5.2	Előnyök	8
5.3	Fontosabb funkciók	8
6	Beüzemelési útmutató	9
6.1	Művelet	9
7	Leírás.....	10
7.1	Előlnézet.....	10
7.1.1	Ábra	10
7.1.2	Magyarázat.....	10
7.2	Hátulnézet.....	11
7.2.1	Ábra	11
7.2.2	Magyarázat.....	11
7.3	USB-csatlakozó.....	11
7.4	Képernyőelemek	12
7.4.1	Ábra	12
7.4.2	Magyarázat.....	12
8	A kameraegység kezelése	13
8.1	Az akkumulátor töltése.....	13
8.1.1	Akkumulátor töltése a FLIR tápegységgel	13
8.1.2	Akkumulátor töltése a számítógéphez csatlakoztatott USB-kábel segítségével	13
8.2	A kamera be- és kikapcsolása	13
8.3	A kameraegység helyzetének beállítása.....	14
8.3.1	Ábra	14
8.3.2	Magyarázat.....	14
8.3.3	Művelet.....	14
8.4	Az állványtartó eltávolítása a kameraegységről.....	14
8.4.1	Művelet.....	15

9	Működés	16
9.1	Kép mentése	16
9.1.1	Általános	16
9.1.2	Képkapacitás	16
9.1.3	Elnevezési konvenciók	16
9.1.4	Művelet	16
9.2	Kép beolvasása	16
9.2.1	Általános	16
9.2.2	Művelet	16
9.3	Kép törlése	16
9.3.1	Általános	16
9.3.2	Művelet	16
9.4	Az összes kép törlése	17
9.4.1	Általános	17
9.4.2	Művelet	17
9.5	Hőmérséklet mérése mérőpont segítségével	17
9.5.1	Általános	17
9.5.2	Művelet	17
9.6	Egy terület legmelegebb hőmérsékletének mérése	17
9.6.1	Általános	17
9.6.2	Művelet	17
9.7	Egy terület leghidegebb hőmérsékletének mérése	18
9.7.1	Általános	18
9.7.2	Művelet	18
9.8	A mérőeszközök elrejtése	18
9.8.1	Művelet	18
9.9	A színpaletta módosítása	18
9.9.1	Általános	18
9.9.2	Művelet	18
9.10	Színriasztások használata	18
9.10.1	Általános	18
9.10.2	Képminták	18
9.10.3	Művelet	19
9.11	A hőmérsékleti skála mód módosítása	19
9.11.1	Általános	19
9.11.2	Mikor használj a <i>Manuális</i> módot	19
9.11.3	Művelet	20
9.12	A felület emissziós tulajdonságának beállítása	20
9.12.1	Általános	20
9.12.2	Művelet	20
9.13	Egyedi anyag emissziójának beállítása	21
9.13.1	Általános	21
9.13.2	Művelet	21
9.14	Az emisszió értékének testreszabása	21
9.14.1	Általános	21
9.14.2	Művelet	21
9.15	A visszavert látszólagos hőmérséklet módosítása	22
9.15.1	Általános	22
9.15.2	Művelet	22
9.16	Különbözőség-korrektúra (non-uniformity correction - NUC) végrehajtása	22
9.16.1	Általános	22
9.16.2	Művelet	22
9.17	A beállítások módosítása	22

9.17.1	Általános	22
9.17.2	Művelet	23
9.18	A kamera frissítése	23
9.18.1	Általános	23
9.18.2	Művelet	23
10	Műszaki adatok	24
10.1	Online látószög-kalkulátor	24
10.2	Megjegyzés a műszaki adatokhoz	24
10.3	Megjegyzés az irányadó változatról	24
10.4	FLIR ETS320	25
11	Műszaki rajzok	28
12	A kamera tisztítása	33
12.1	Kamera burkolata, kábelek és a többi elem	33
12.1.1	Folyadékok	33
12.1.2	Eszköz	33
12.1.3	Művelet	33
12.2	Infravörös lencse	33
12.2.1	Folyadékok	33
12.2.2	Eszköz	33
12.2.3	Művelet	33
13	A FLIR Systems vállalatról	35
13.1	Több, mint egy infravörös kamera	36
13.2	Megosztjuk tudásunkat	36
13.3	Ügyfeleink támogatása	37
14	Fogalmak, törvények és definíciók	38
15	Termográfias mérési eljárások	40
15.1	Bevezetés	40
15.2	Fajlagos emisszió	40
15.2.1	Minta fajlagos emissziójának megállapítása	40
15.3	Visszavert látszólagos hőmérséklet	44
15.4	Távolság	44
15.5	Relatív páratartalom	44
15.6	Egyéb paraméterek	44
16	A jó hőkép titka	45
16.1	Bevezetés	45
16.2	Háttér	45
16.3	Egy jó kép	45
16.4	A három megváltoztathatatlan tényező – a jó kép alapja	46
16.4.1	Fókusz	46
16.4.2	Hőmérséklet-tartomány	47
16.4.3	Képrészlet és távolság a tárgytól	47
16.5	A módosítható tényezők – képtimalizálás és hőmérsékletmérés	48
16.5.1	Szint és táv	48
16.5.2	Színpaletták és izotermák	49
16.5.3	Objektum paraméterei	49
16.6	Képkészítés – praktikus tanácsok	50
16.7	Következtetés	50
17	A kalibráció ismertetése	51
17.1	Bevezetés	51
17.2	Meghatározás —mit jelent a kalibráció?	51
17.3	Kamerakalibráció a FLIR Systems vállalatnál	51
17.4	A felhasználó által és a közvetlenül a FLIR Systems vállalatnál elvégzett kalibráció közötti különbség	52

17.5	Kalibráció, hitelesítés és beállítás	52
17.6	Különbözőségkorrekció	53
17.7	Hőkép beállítása (hőérzékelési finomhangolás)	53
18	Az infravörös technológia története	54
19	A termográfia elmélete	57
19.1	Bevezetés	57
19.2	Az elektromágneses spektrum	57
19.3	Fekete test sugárzása	57
19.3.1	Planck-törvény	58
19.3.2	Wien eltolódási törvénye	59
19.3.3	Stefan-Boltzmann törvény	60
19.3.4	Nem fekete test sugárzók	61
19.4	Infravörös félig átlátszó anyagok	63
20	A mérési képlet	64
21	Fajlagos emissziók táblázatai	68
21.1	Referenciák	68
21.2	Táblázatok	68

Nyilatkozat

1.1 Jogi nyilatkozat

A FLIR Systems által gyártott összes termékre az eredeti vásárlástól számított egy (1) év garancia van a hibás anyagra és gyártásra vonatkozóan, feltéve, hogy a terméket rendeltetésszerűen, valamint a FLIR Systems előírásainak megfelelően tárolták, használták és szervizelték.

A FLIR Systems az általa gyártott összes, hűtés nélküli, kézi infravörös kamerára az eredeti vásárlás dátumától számított két (2) év jótállást biztosít anyag- és gyártási hiba esetén, feltéve, hogy a terméket rendeltetésszerűen, valamint a FLIR Systems előírásainak megfelelően tárolták, használták és szervizelték, és a kamerát az eredeti vásárlás dátumától számított 60 napon belül regisztrálták.

A FLIR Systems az általa gyártott hűtés nélküli, kézi infravörös kamerákhoz tartozó érzékelőkre az eredeti vásárlás dátumától számított tíz (10) év jótállást biztosít anyag- és gyártási hiba esetén, feltéve, hogy a terméket rendeltetésszerűen, valamint a FLIR Systems előírásainak megfelelően tárolták, használták és szervizelték, és a kamerát az eredeti vásárlás dátumától számított 60 napon belül regisztrálták.

A nem FLIR Systems gyártmányú, azonban a FLIR Systems által forgalmazott rendszerek részeként kapható termékekre vonatkozóan kizárólag az adott termék forgalmazóját terheli jótállási kötelezettség. A FLIR Systems semmilyen felelősséget nem vállal az ilyen termékekért.

A jótállás hatálya kizárólag az eredeti vásárlóra terjed ki, át nem ruházható. Ez nem vonatkozik az olyan termékekre, amelyeket nem rendeltetésszerűen vagy hanyagul használnak, amelyeket baleset ér, vagy rendellenes üzemi feltételek között használnak. Az elhasználandó alkatrészekre jótállás nem vonatkozik.

A termék jótállás hatálya alá tartozó meghibásodása esetén a további károsodás megelőzése érdekében a termék nem használható tovább. A vásárló köteles a meghibásodást késedelem nélkül jelenteni a FLIR Systems részére, ellenkező esetben a jótállás nem érvényes.

A FLIR Systems lehetőségével választása szerint díjmentesen megajánlja vagy kicseréli a meghibásodott terméket, amennyiben vizsgálat során anyag- vagy gyártási hibát állapítanak meg, és amennyiben a terméket az egyéves időszakon belül visszajuttatják a FLIR Systems részére.

A FLIR Systems a fentiekben kívül nem vállal egyéb felelősséget vagy kötelezettséget.

Egyéb ebből eredő vagy ebbe beleértett garanciális kötelezettség nem áll fenn. A FLIR Systems kifejezetten elhárítja az eladhatósággal és adott célra való alkalmassággal kapcsolatos garanciális igényeket.

A FLIR Systems nem vállal felelősséget semmilyen közvetlen, közvetett, különleges, véletlenszerű vagy következményes veszteséget vagy kárért, akár szerződésen, szerződésen kívüli károkozáson vagy más jogintézményen alapul.

A jelen jótállásra a svéd jog irányadó.

A jelen jótállás alapján vagy a jótállással kapcsolatban felmerülő bármilyen jogvitát vagy követelést választottbírórsági úton kell rendezni a Stockholmi Kereskedelmi Kamara Választottbírórsági Intézetének szabályzatával összhangban. A választottbírórsági eljárás helye Stockholm. A választottbírórsági eljárás nyelve angol.

1.2 Használati statisztika

A FLIR Systems fenntartja a jogot, hogy anonim használati statisztikát gyűjtsön a szoftverek és szolgáltatások minőségének fenntartása és javítása érdekében.

1.3 A beállítás kulcs változásai

Az HKEY_LOCAL_MACHINE\SYSTEM\CurrentControlSet\Control\Lsa\CompatibilityLevel beállítás kulcs automatikusan 2 értékre változik, ha a FLIR Camera Monitor szolgáltatás észleli, hogy USB-kábellel FLIR kamerát csatlakoztattak a számítógéphez. A módosítás csak akkor történik meg, ha a kameraeszköz a hálózati bejelentkezéseket támogató távoli hálózati szolgáltatást valósít meg.

1.4 Az Egyesült Államok kormánya által előírt szabályok

A termékre az amerikai exportálási szabályozások vonatkoznak. Kérdéseit küldje az alábbi címre: exportquestions@flir.com.

1.5 Szerzői jogok

© 2016, FLIR Systems, Inc. Minden jog fenntartva. Tilos a szoftver bármely részét (a forráskódot is beleértve) a FLIR Systems előzetes írásos engedélye nélkül bármilyen formában vagy módon másolni, továbbítani, átírni, illetve bármilyen nyelvre vagy számítógépes nyelvre lefordítani, legyen az elektronikus, mágneses, optikai, manuális vagy egyéb mód.

A dokumentáció sem egészében, sem részben nem másolható, fénymásolható, sokszorosítható, fordítható, illetve továbbítható semmilyen elektronikus médiumon keresztül vagy gép által olvasható módon a FLIR Systems előzetes írásos engedélye nélkül.

Az itt említett termékeken megjelenő nevek és jelzések a FLIR Systems és/vagy leányvállalatai tulajdonában lévő bejegyzett védjegyek vagy védjegyek. Minden itt hivatkozott védjegy, terméknév vagy cégnév azonosításra használt, és azok megfelelő jogtulajdonosait illetik.

1.6 Minőségbiztosítás

Az ezen termékek fejlesztésénél és gyártásánál alkalmazott minőségbiztosítási rendszer az ISO 9001 szabvány szerinti tanúsítvánnyal rendelkezik.

A FLIR Systems a folyamatos fejlesztés elkötelezett híve; ennek megfelelően fenntartjuk a jogot bármely termék előzetes bejelentés nélküli módosítására és továbbfejlesztésére.

1.7 Szabadalmak

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; 201006060357; 2010301761271; 2010301761303; 2010301761572; 2010305959313; 2011304423549; 2012304717443; 2012306207318; 2013302676195; 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.



VIGYÁZAT

Alkalmazhatóság: B osztályú digitális eszközök.

Megtörtént a készülék bevizsgálása, amely alapján megfelel az FCC-szabályok 15. részében szereplő B osztályú számítástechnikai termékekre vonatkozó határértékeknek. Ezek a határértékek megfelelő védelmet biztosítanak az ilyen zavarokkal szemben lakókörnyezetben történő üzemeltetés esetén. Amennyiben nem a használati utasításnak megfelelően telepítik és használják, zavarhatja a rádiófrekvenciás kommunikációt. Nincs azonban garancia arra, hogy egy adott telepítési helyen nem okoz zavart. Ha ez a berendezés zavart okoz a rádió- vagy televízióvetelben - ami a készülék ki- és bekapcsolásával megállapítható - a felhasználó feladata a zavar megszüntetése az alábbi intézkedésekkel:

- A vevőantenna irányának módosítása vagy áttelepítése.
- A berendezés és a vevő közötti távolság megnövelése.
- A berendezés és a vevő egymástól független áramkörrel történő táplálása.
- Kérjen segítséget a készülék eladójától, vagy egy tapasztalt rádió/TV szerelőtől.



VIGYÁZAT

Alkalmazhatóság: A 15.19/RSS-210 hatálya alá eső digitális eszközök.

FIGYELEM: Ez a berendezés megfelel az FCC-szabályok 15. részében és az Industry Canada RSS-210 előírásában foglaltaknak. Használatának két feltétele van:

1. a berendezés nem okozhat káros interferenciát, és
2. a berendezésnek el kell viselnie minden zavart, beleértve a hibás működést előidéző zavarokat is.



VIGYÁZAT

Alkalmazhatóság: A 15.21 hatálya alá eső digitális eszközök.

FIGYELEM: A FLIR Systems kifejezett engedélye nélkül a berendezésen végzett változtatások vagy módosítások a berendezés FCC általi jóváhagyását érvényteleníthetik.



VIGYÁZAT

Alkalmazhatóság: A 2.1091/2.1093/OET Bulletin 65 hatálya alá eső digitális eszközök.

Rádiófrekvenciás sugárzásnak való kitétségi információ: A berendezés kisugárzott teljesítménye az FCC/IC szerinti rádiófrekvenciás sugárzási kitétség határértéke alatt van. Ennek ellenére a berendezést úgy kell használni, hogy a normál használat során minimalizáljuk az emberekre gyakorolt hatását.



VIGYÁZAT

Alkalmazhatóság: Egy vagy több akkumulátorral rendelkező kamerák.

Amennyiben az akkumulátor az előírt idő alatt nem töltődik fel, ne folytassa a töltést. A töltés folytatása esetén az akkumulátor felforrósodhat, robbanást vagy tüzet okozva. Személyi sérülés is előfordulhat.



VIGYÁZAT

Alkalmazhatóság: Egy vagy több akkumulátorral rendelkező kamerák.

Az akkumulátor kisütéséhez használjon megfelelő eszközt. Ha nem a megfelelő eszközt használja, az az akkumulátor teljesítményének és élettartamának csökkenéséhez vezethet. Ha nem a megfelelő eszközt használja, az akkumulátorban nem kívánatos töltésáramlás alakulhat ki. Ez az akkumulátor felforrósodását okozhatja, ami robbanást és személyi sérülést idézhet elő.











VIGYÁZAT

A folyadékok használata előtt győződjön meg arról, hogy elolvasott minden ide vonatkozó anyagbiztonsági adatlapot (MSDS) és a tartályokon található figyelmeztető címkét. A folyadékok veszélyesek lehetnek. Személyi sérülés is előfordulhat.



FIGYELEM

Ne irányítsa hosszabb időre az infravörös kamerát (sem lencsevédővel, sem anélkül) erős energiaforrások irányába, például lézersugarat kibocsátó eszközök vagy napfény felé. Ez előnytelen módon befolyásolhatja a kamera pontosságát, illetve a kamera érzékelőjének károsodását is okozhatja.

	FIGYELEM
Ha a felhasználói dokumentációban vagy a műszaki adatokban nem szerepel eltérő információ, akkor ne használja a kamerát +50 °C fölötti hőmérsékleten. A magas hőmérséklet károsíthatja a kamerát.	
	FIGYELEM
Ha a FLIR Systems nem biztosít speciális adaptert a kameraegység és a szivargyújtó aljzat csatlakoztatásához, ne csatlakoztassa a kameraegységet közvetlenül a gépjármű szivargyújtó aljzatára. Fennáll a kameraegység károsodásának kockázata.	
	FIGYELEM
Alkalmazhatóság: Egy vagy több akkumulátorral rendelkező kamerák. Az akkumulátor töltésére csak a meghatározott akkumulátortöltők használata engedélyezett, máskülönben fennáll az akkumulátor károsodásának kockázata.	
	FIGYELEM
Alkalmazhatóság: Egy vagy több akkumulátorral rendelkező kamerák. Az akkumulátor töltése ± 0 °C és +45 °C közötti hőmérséklet-tartományban lehetséges, kivéve a koreai piacot, ahol a jóváhagyott tartomány +10 °C – +45 °C. Ha ezen a hőmérséklet-tartományon kívül végzi a töltést, az az akkumulátor felforrósodásához vagy töréséhez vezethet. Ezen felül az akkumulátor teljesítményének vagy élettartamának csökkenését is előidézhetheti.	
	FIGYELEM
Alkalmazhatóság: Egy vagy több akkumulátorral rendelkező kamerák. Ha a felhasználói dokumentációban vagy a műszaki adatokban nem szerepel eltérő információ az akkumulátor kisütése +10°C és +40°C közötti hőmérséklet-tartományban lehetséges. Az akkumulátor ezen hőmérséklet-tartományon kívüli használata az akkumulátor teljesítményének vagy élettartamának csökkenését okozhatja.	
	FIGYELEM
Ne használjon oldószert vagy más, hasonló folyadékot a kamera, kábelek vagy a többi elem tisztítására. Ez az akkumulátorok károsodását okozhatja, illetve személyi sérülésre vezethet.	
	FIGYELEM
Az infravörös lencse tisztításakor legyen különösen óvatos. A lencse tükröződésmentes bevonata könnyen sérül. Ez az infravörös lencse károsodását okozhatja.	
	FIGYELEM
Az infravörös lencse tisztításakor ne fejtessen ki túl nagy erőt. Ez a tükröződésmentes bevonat károsodását okozhatja.	

Megjegyzés Az érintésvédelmi besorolás csak abban az esetben érvényes, ha a kamerán lévő összes nyílás le van zárva a megfelelő fedéllel, borítással vagy védőelemmel. Ide tartoznak például az adattároló eszközökhöz, akkumulátorokhoz és csatlakozókhoz kialakított rekeszek.

3.1 Felhasználói fórumok

Felhasználói fórumainkon a világ különböző részén tevékenykedő termográfiai szakemberekkel oszthatja meg ötleteit, problémáit és infravörös fényképezéssel kapcsolatos tippjeit. A fórumok a következő webhelyen érhetők el:

<http://forum.infraredtraining.com/>

3.2 Kalibráció

Javasoljuk, hogy évente egyszer küldje be a kamerát kalibráció céljából. Kérdezze meg helyi forgalmazóját, hogy a kamerát hová küldheti.

3.3 Pontosság

Az optimális mérési pontosság elérése érdekében javasoljuk, hogy a kamera bekapcsolását követően várjon 5 percet, mielőtt megkezdí a hőmérséklet-mérést.

3.4 Elektronikai hulladék ártalmatlanítása



A legtöbb elektronikai termékhez hasonlóan ezt a berendezést is környezetkímélően és az elektronikai hulladékokra vonatkozó érvényes előírások szerint kell ártalmatlanítani.

További részletekért kérjük, forduljon a FLIR Systems képviseletéhez.

3.5 Képzés

Az infravörös technikával kapcsolatos képzésről a következő webhelyen talál további információkat:

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

3.6 Dokumentációfrissítések

Kézikönyveinket évente többször is frissítjük, és a termékekre vonatkozó alapvető fontos-ságú változásokról szóló értesítéseket is rendszeresen közzéteszünk.

A legújabb kézikönyvek, kézikönyvfordítások és értesítések eléréséhez tekintse meg a Download lapot az alábbi weboldalon:

<http://support.flir.com>

Az online regisztráció csupán pár percet vesz igénybe. A letöltések között megtalálja egyéb termékeink legújabb kézikönyveit, illetve korábbi és kivont termékeink kézikönyveit is.

3.7 Fontos megjegyzés erről a kézikönyvről

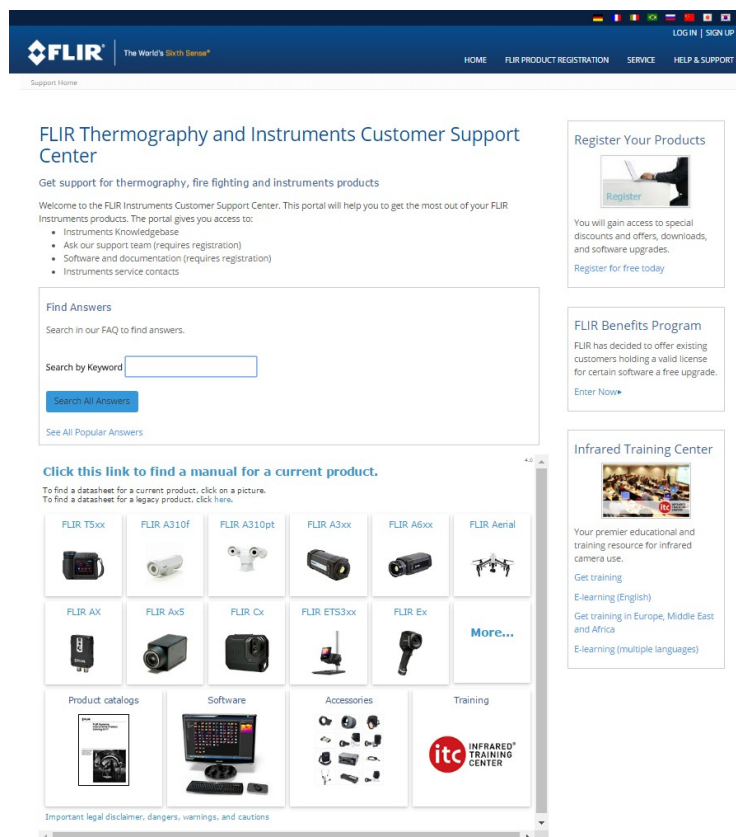
A FLIR Systems általános kézikönyveket tesz közzé, melyek egy-egy típusorozat összes kamerájára vonatkoznak.

Ez azt jelenti, hogy a jelen kézikönyv olyan leírásokat és magyarázatokat is tartalmazhat, amelyek nem vonatkoznak az Ön kameratípusára.

3.8 Megjegyzés az irányadó változatról

E kiadvány irányadó változata az angol. Ha fordítási hibák miatt eltérések fordulnak elő, akkor az angol szöveg a mérvadó.

Minden későbbi módosítás először az angol nyelvű változatban jelenik meg.



4.1 Általános

Az ügyfélszolgálat igénybe vételéhez látogasson el a következő weboldalra:

<http://support.flir.com>

4.2 Kérdések küldése

Regisztrált felhasználóink kérdéseket küldhetnek a műszaki támogatást nyújtó csapatnak. Az on-line regisztráció mindössze néhány percet vesz igénybe. A korábban feltett kérdések és az azokra adott válaszok gyűjteményében regisztráció nélkül is végezhet keresést.

Ha kérdést kíván feltenni, győződjön meg arról, hogy rendelkezésére állnak a következő adatok:

- A kamera típusa
- A kamera sorozatszáma
- A kamera és az Ön készüléke közötti kommunikációs protokoll vagy mód (például SD-kártyaolvasó, HDMI, Ethernet, USB vagy FireWire)
- A készülék típusa (PC/Mac/iPhone/iPad/Android készülék stb.)
- Bármilyen FLIR Systems program verziója
- A kézikönyv teljes címe, kiadványszáma és revíziós száma

4.3 Letöltések

Az ügyfélszolgálat honlapján az alábbiakat is letöltheti, ha elérhetők terméke számára:

-
- Készülékszoftver frissítés infravörös kamerájához
 - Programfrissítés PC/Mac szoftvereihez
 - PC/Mac szoftverek ingyenes és próbaverziói
 - Felhasználói dokumentáció a jelenlegi, elavult és korábbi termékekhez.
 - Műszaki rajzok (*.dxf és *.pdf formátumban).
 - Cad adattípusok (*.stp formátumban).
 - Az alkalmazással kapcsolatos beszámolókat.
 - Műszaki adatlapok.
 - Termékkatalógusok.

5.1 Általános leírás

A FLIR ETS3xx a FLIR első elektronikus tesztpadra készült kamerája, amely nyomtatott áramkört kártyák és elektronikus eszközök hőmérsékletének gyors ellenőrzésére szolgál. A FLIR ETS3xx ± 3 °C-os pontosságának köszönhetően elég érzékeny a finom hőmérséklet-különbségek érzékeléséhez, így gyorsan megtalálhatja a forró pontokat és a potenciális hibahelyeket. A 320 × 240 képpontos infravörös érzékelő több mint 76 000 hőmérsékletmérő pontot biztosít, így kiküszöböli a korábbi mérőeszközök jelentette bizonytalanságot. A kifejezetten asztali felhasználásra készült, akkumulátoros FLIR ETS3xx számítógéphez csatlakoztatva lehetővé teszi a hőmérsékleti adatok azonnali elemzését és megosztását.

5.2 Előnyök

- Csökkenti a tesztekre szánt időt: Gyorsan azonosítja a forró pontokat, a hőmérsékleti (termikus) gradienseket és a potenciális hibahelyeket.
- Jobb terméktervezést tesz lehetővé: Megtudhatja, hogy hol és mikor van szükség ventilátorok és hűtőbordák beszerelésére, és gondoskodhat róla, hogy a termékek a maximális élettartamot biztosító megadott műszaki paramétereken belül működjenek.
- Pénzt takarít meg: Gyorsabb prototípuskészítést tesz lehetővé, és csökkenti a termékfejlesztési ciklusok idejét.
- Optimalizálja a laboratóriumi időt: Akkumulátoros, kézhasználatot nem igényel, és a kamerán belül lehetővé teszi a teljes mérést és elemzést.

5.3 Fontosabb funkciók

- Több mint 76 000 pontos, nem érintéses hőmérsékletmérés egy gombnyomásra.
- A 320 × 240 képpontos detektor éles hőképet biztosít.
- Hőmérséklet időbeli alakulásának mérése a FLIR Tools+ segítségével.
- Kis alkatrész mérése 170 µm-es képpontonkénti méretig.
- Az objektív a cél 45°-os hőképét jeleníti meg a forró pontok gyors észleléséhez.
- A radiometrikus képeket a könnyebb megosztás érdekében JPEG formátumban készíti el.
- A $\pm 3\%$ -os pontosság elősegíti a nyomtatott áramkört kártyák minőségellenőrzését és gyári átvételét.
- Gyorsan a mellékelt állványra rögzíthető az azonnali használatához.
- Az éles, 3 hüvelykes LCD-kijelző azonnali termikus visszajelzést biztosít.
- Világsszintű szoftver a speciális mérési korrekciókhoz/képességekhez.

6.1 Művelet

Kövesse az alábbi eljárást:

1. Töltse fel az akkumulátort. Ezt az alábbi különféle módokon teheti meg:

- Töltse fel az akkumulátort a FLIR tápegységgel.
- Töltse fel az akkumulátort a számítógéphez csatlakoztatott USB-kábel segítségével.

Megjegyzés A kamera számítógéphez csatlakoztatott USB-kábelen keresztül történő töltése *jelentősen* több időt vesz igénybe, mint a FLIR tápegység vagy a különálló FLIR akkumulátortöltő használatával.

2. Csatlakoztasson egy testvezeték a kameraállvány ESD szőnyegének testcsonkjára.
3. A be-/kikapcsoló gombot megnyomva kapcsolja be a kamerát.
4. Állítsa be a kameraegység helyzetét.
5. A kép mentéséhez nyomja meg a Mentés gombot .

(Opcionális lépések)

6. Lépjen a következő webhelyre a FLIR Tools/Tools+ letöltéséhez¹:

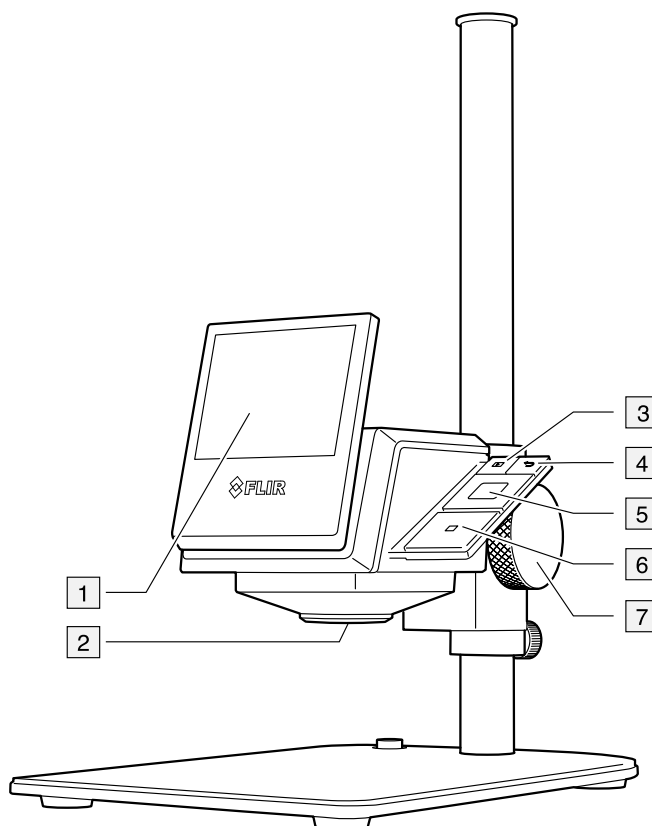
<http://support.flir.com/tools>

7. Telepítse a számítógépen a FLIR Tools/Tools+ programot.
8. Indítsa el a FLIR Tools/Tools+ alkalmazást.
9. Csatlakoztassa a kamerát a számítógéphez az USB-kábellel.
10. Importálja a képeket a FLIR Tools/Tools+ programba.

1. A FLIR Tools/Tools+ eszközzel kapcsolatos online dokumentációt a <http://support.flir.com/resources/f22s/> oldalon találja. A FLIR Tools+ licencelt szoftver.

7.1 Előlnézet

7.1.1 Ábra



7.1.2 Magyarázat

1. LCD kijelző.
2. Infravörös kamera objektíve.
3. Archiválás gomb.

Funkció:

- A gomb megnyomásával megnyithatja a képtárházát.

4. Vissza/Mégse gomb

Funkció:

- Nyomja meg a menürendszerbe való visszatéréshez.
- Nyomja meg egy választás visszavonásához.

5. Navigációs gomb

Funkció:

- A gomb bal/jobbról vagy fel/le oldalának megnyomásával navigálhat a menükben, almenükben és párbeszédpanelekben.
- Nyomja meg a középső részt a megerősítéshez.

6. Mentés gomb.

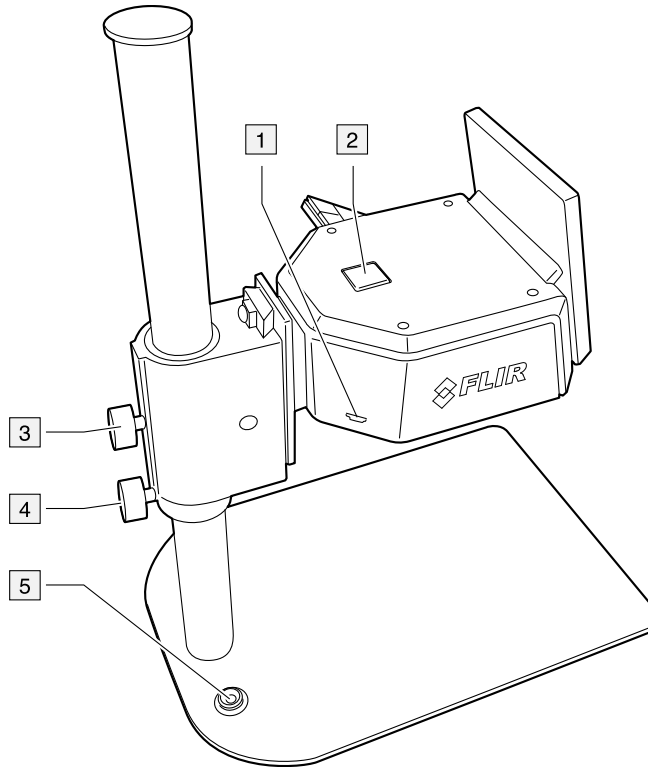
Funkció:

- Nyomja meg a kép mentéséhez.

7. Finombeállító gomb.

7.2 Hátulnézet

7.2.1 Ábra



7.2.2 Magyarázat

1. USB-csatlakozó.
2. Be-/kikapcsoló gomb
Funkció:
 - A be-/kikapcsoló gombot megnyomva kapcsolja be a kamerát.
 - Tartsa nyomva a be-/kikapcsoló gombot 5 másodpercnél kevesebb ideig, hogy készenléti üzemmódba kapcsolja a kamerát. 48 óra elteltével a kamera automatikusan kikapcsol.
 - A kamera kikapcsolásához 10 másodpercnél hosszabb ideig tartsa nyomva a be-/kikapcsoló gombot.
3. Állványrögzítő gomb.
4. Tartógyűrű gombja.
5. Testcsok.

7.3 USB-csatlakozó

Az USB-csatlakozó az alábbi célokra szolgál:

- Akkumulátor töltése a FLIR tápegységgel.
- Akkumulátor töltése a számítógéphez csatlakoztatott USB-kábel segítségével.

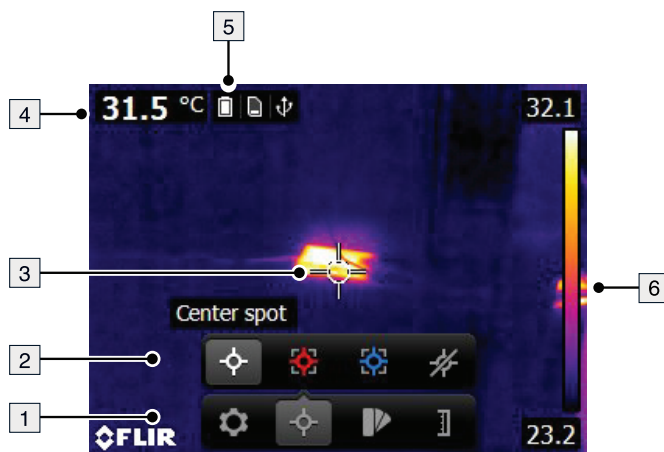
Megjegyzés A kamera számítógéphez csatlakoztatott USB-kábelen keresztül történő töltése *jelentősen* több időt vesz igénybe, mint a FLIR tápegység használatával.

- Képek áthelyezése a kameráról a számítógépre a FLIR Tools/Tools+ programban való további elemzés céljából.

Megjegyzés A képek áthelyezése előtt telepítse a FLIR Tools/Tools+ programot számítógépére.

7.4 Képernyőelemek

7.4.1 Ábra



7.4.2 Magyarázat

1. Főmenü eszköztára
2. Almenü eszköztára
3. Pontmérő
4. Eredménytáblázat
5. Állapotikonok
6. Hőmérsékleti skála

8.1 Az akkumulátor töltése



VIGYÁZAT

Győződjön meg arról, hogy a csatlakozóaljzatot a készülék közelében, könnyen hozzáférhető módon helyezte-e el.

8.1.1 Akkumulátor töltése a FLIR tápegységgel

Kövesse az alábbi eljárást:

1. Csatlakoztassa a tápegységet egy hálózati aljzatba.
2. Csatlakoztassa a tápegység kábelét a kameraegységen lévő USB-csatlakozóhoz.
3. Amikor az akkumulátor teljesen fel lett töltve, ajánlott kihúzni a tápellátást a hálózati aljzattól.

Megjegyzés A teljesen lemerült akkumulátor töltési ideje 2 óra.

8.1.2 Akkumulátor töltése a számítógéphez csatlakoztatott USB-kábel segítségével

Kövesse az alábbi eljárást:

1. Csatlakoztassa a kameraegységet a számítógéphez egy USB-kábellel.

Megjegyzés

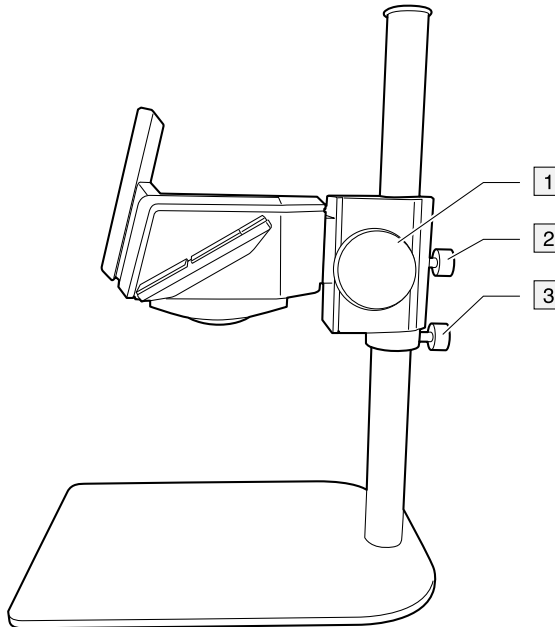
- A kamera töltéséhez a számítógépnek bekapcsolt állapotban kell lennie.
- A kamera számítógéphez csatlakoztatott USB-kábelen keresztül történő töltése *jelen-tősen* több időt vesz igénybe, mint a FLIR tápegység használatával.

8.2 A kamera be- és kikapcsolása

- A be-/kikapcsoló gombot megnyomva kapcsolja be a kamerát.
- Tartsa nyomva a be-/kikapcsoló gombot 5 másodpercnél kevesebb ideig, hogy készenléti üzemmódba kapcsolja a kamerát. 48 óra elteltével a kamera automatikusan kikapcsol.
- A kamera kikapcsolásához 10 másodpercnél hosszabb ideig tartsa nyomva a be-/kikapcsoló gombot.

8.3 A kameraegység helyzetének beállítása.

8.3.1 Ábra



8.3.2 Magyarázat

1. Finombeállító gomb.
2. Állványrögzítő gomb.
3. Tartógyűrű gombja.

8.3.3 Művelet

Megjegyzés Ne érintse meg a lencse felületét. Ha ez mégis megtörténne, akkor tisztítsa meg a lencsét a következő útmutatások szerint: 12.2 *Infravörös lencse*, oldal 33.

Kövesse az alábbi eljárást:

1. A finombeállításhoz forgassa el a finombeállító gombot.
2. A durva beállításhoz tegye a következőket:
 - 2.1. Lazítsa meg az állványrögzítő gombot, és mozgassa az állványrögzítőt a kívánt helyzetbe. Szorítsa meg az állványrögzítő gombot.
 - 2.2. Lazítsa meg a tartógyűrű gombját, és mozgassa a tartógyűrűt az állványrögzítő közelébe. Húzza meg a tartógyűrű gombját.

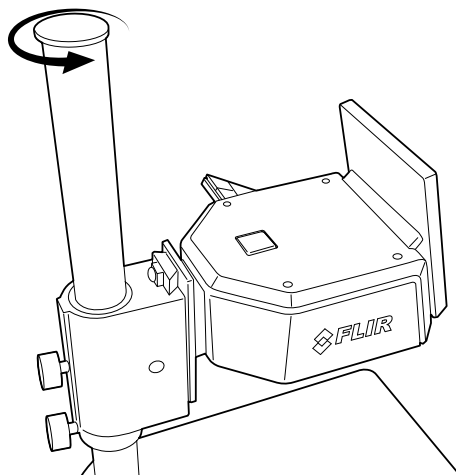
8.4 Az állványtartó eltávolítása a kameraegységről

Megjegyzés Ne érintse meg a lencse felületét. Ha ez mégis megtörténne, akkor tisztítsa meg a lencsét a következő útmutatások szerint: 12.2 *Infravörös lencse*, oldal 33.

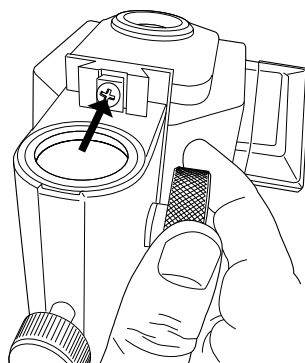
8.4.1 Művelet

Kövesse az alábbi eljárást:

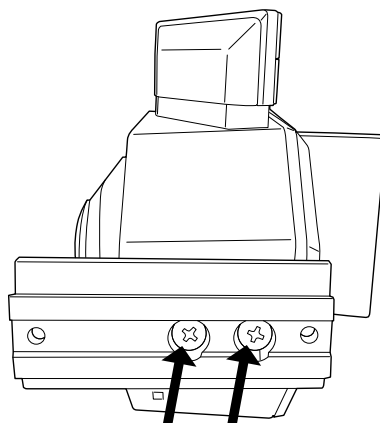
1. Fordítsa el, és vegye le az állvány tetejét.



2. Lazítsa meg az állványrögzítő gombot, és távolítsa el a kamerát az állványról.
3. Forgassa a finombeállító gombot az óramutató járásával ellentétes irányba, amíg egy csavart nem lát. Szerelje ki a csavart.



4. Forgassa a finombeállító gombot az óramutató járásával megegyező irányba, amíg a másik oldali csavart nem látja. Szerelje ki a csavart.
5. Vegye le az állványtartót a kameraegységről.
6. Szerelje ki a konzolt a kameraegységhez rögzítő két csavart.



7. Szerelje ki a konzolt a kameraegységhez rögzítő két csavart.
8. Vegye le a konzolt a kameraegységről.

9.1 Kép mentése

9.1.1 Általános

A kamera belső memóriájába több képet is elmenthet.

9.1.2 Képkapacitás

A kamera belső memóriájába körülbelül 1500 képet menthet.

9.1.3 Elnevezési konvenciók

A képek neve *FLIRxxxx.jpg* formátumú, ahol az *xxxx* egy egyedi szám.

9.1.4 Művelet

Kövesse az alábbi eljárást:

1. Kép mentéséhez nyomja meg a Mentés gombot.

9.2 Kép beolvasása

9.2.1 Általános

Amikor elment egy képet, a kép a kamera belső memóriájában kerül tárolásra. Ha a képet egy későbbi alkalommal ismét meg szeretné jeleníteni, a belső memóriából bármikor visszahívhatja.

9.2.2 Művelet

Kövesse az alábbi eljárást:

1. Nyomja meg az Archiválás gombot.
2. A navigációs gomb bal/jobbs vagy fel/le oldalának megnyomásával kiválaszthatja azt a képet, amelyet meg szeretne tekinteni.
3. Nyomja meg a navigációs gomb középső részét. Ekkor megjelenik a kiválasztott kép.
4. Válasszon az alábbi műveletek közül:
 - A kép teljes képernyős megtekintéséhez, a képadatok megjelenítéséhez vagy a kép törléséhez nyomja meg a navigációs gomb közepét. Ezáltal megjelenik egy eszköztár.
 - Az előző/következő kép megtekintéséhez nyomja a navigációs gombot balra/jobbra.
5. Az élő módba való visszatéréshez nyomja meg ismételten a Vissza gombot, vagy nyomja meg az Archiválás gombot.

9.3 Kép törlése

9.3.1 Általános

A kamera belső memóriájából egy vagy több képet is törölhet.

9.3.2 Művelet

Kövesse az alábbi eljárást:

1. Nyomja meg az Archiválás gombot.
2. A navigációs gomb bal/jobbs vagy fel/le oldalának megnyomásával kiválaszthatja azt a képet, amelyet törölni szeretne.
3. Nyomja meg a navigációs gomb középső részét. Ekkor megjelenik a kiválasztott kép.
4. Nyomja meg a navigációs gomb középső részét. Ekkor megjelenik egy eszköztár.

-
5. Az eszköztáron válassza ki a *Delete*  lehetőséget. Ezzel egy párbeszédablakot jeleníthet meg, ahol választhatja a kép törlését, vagy visszavonhatja a törlési műveletet.


9.4 Az összes kép törlése

9.4.1 Általános

A kamera belső memóriájából lehetőség van az összes kép törlésére.

9.4.2 Művelet

Kövesse az alábbi eljárást:

1. Nyomja meg a navigációs gomb középső részét. Ekkor megjelenik egy eszköztár.
2. Az eszköztáron válassza a *Beállítások*  lehetőséget. Ekkor megjelenik egy párbeszédpanel.
3. A párbeszédpanelben válassza a *Eszköz beállításai* lehetőséget. Ekkor megjelenik egy párbeszédpanel.
4. A párbeszédpanelben válassza a *Reset* lehetőséget. Ekkor megjelenik egy párbeszédpanel.
5. A párbeszédablakban válassza ki a *Delete all saved images* lehetőséget. Ezzel egy párbeszédablakot jeleníthet meg, ahol választhatja az összes mentett kép végleges törlését, vagy visszavonhatja a törlési műveletet.



9.5 Hőmérséklet mérése mérőpont segítségével

9.5.1 Általános

A hőmérsékletet egy pontmérő segítségével is megmérheti. Ez a pontmérő pozíciójának hőmérsékletét jeleníti meg a képernyőn.

9.5.2 Művelet

Kövesse az alábbi eljárást:

1. Nyomja meg a navigációs gomb középső részét. Ekkor megjelenik egy eszköztár.
2. Az eszköztáron válassza a *Mérések*  lehetőséget. Ekkor megjelenik egy eszköztár.
3. Az eszköztáron válassza a *Középpont*  lehetőséget. Ekkor a pontmérő pozíciójának hőmérséklete a képernyő bal felső sarkában fog megjelenni.



9.6 Egy terület legmelegebb hőmérsékletének mérése

9.6.1 Általános

Egy terület legmelegebb hőmérsékletének mérésére is lehetőség van. Ez egy mozgó pontmétert jelenít meg, amely a legmelegebb hőmérsékletet jelöli.

9.6.2 Művelet

Kövesse az alábbi eljárást:

1. Nyomja meg a navigációs gomb középső részét. Ekkor megjelenik egy eszköztár.
2. Az eszköztáron válassza a *Mérések*  lehetőséget. Ekkor megjelenik egy eszköztár.
3. Az eszköztáron válassza a *Hot spot*  lehetőséget.



9.7 Egy terület leghidegebb hőmérsékletének mérése

9.7.1 Általános

Egy terület leghidegebb hőmérsékletének mérésére is lehetőség van. Ez egy mozgó pontmétert jelenít meg, amely a leghidegebb hőmérsékletet jelöli.

9.7.2 Művelet



Kövesse az alábbi eljárást:

1. Nyomja meg a navigációs gomb középső részét. Ekkor megjelenik egy eszköztár.
2. Az eszköztáron válassza a *Mérések*  lehetőséget. Ekkor megjelenik egy eszköztár.
3. Az eszköztáron válassza a *Cold spot*  lehetőséget.

9.8 A mérőeszközök elrejtése

9.8.1 Művelet

Kövesse az alábbi eljárást:

1. Nyomja meg a navigációs gomb középső részét. Ekkor megjelenik egy eszköztár.
2. Az eszköztáron válassza a *Mérések*  lehetőséget. Ekkor megjelenik egy eszköztár.
3. Az eszköztáron válassza a *Nincs mérés*  lehetőséget.


9.9 A színpaletta módosítása

9.9.1 Általános

Módosíthatja a kamera által a különböző hőmérsékletek esetén megjelenítendő színpalettát. Előfordulhat, hogy egy másik paletta egyszerűbbé teszi a kép elemzését.

9.9.2 Művelet

Kövesse az alábbi eljárást:

1. Nyomja meg a navigációs gomb középső részét. Ekkor megjelenik egy eszköztár.
2. Az eszköztáron válassza a *Szín*  lehetőséget. Ekkor megjelenik egy eszköztár.
3. Az eszköztáron válasszon egy új színpalettát.

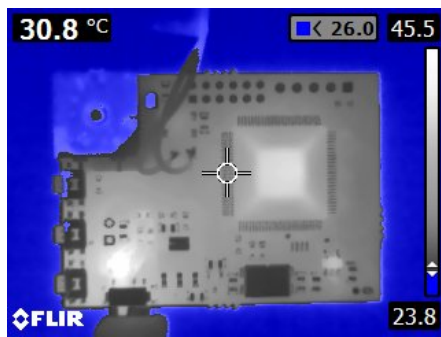
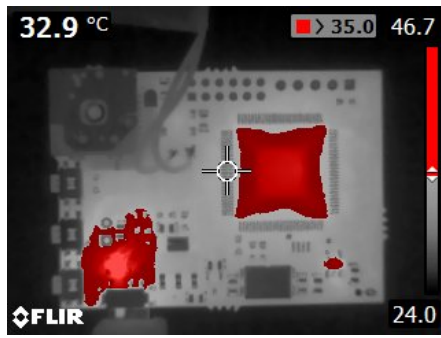
9.10 Színriasztások használata

9.10.1 Általános

Színriasztások (izotermák) használata révén az infravörös képen könnyedén felfedezhetők a rendellenességek. Az izoterma parancs kontrasztszint alkalmaz minden olyan képpontra, mely a beállított hőmérsékleti szint felett vagy alatt van.




9.10.2 Képminták

Ez a táblázat bemutatja a különböző színriasztásokat (izotermákat).

Színriasztás	Kép
Meghatározott érték alatti riasztás	
Meghatározott érték feletti riasztás	

9.10.3 Művelet

Kövesse az alábbi eljárást:

1. Nyomja meg a navigációs gomb középső részét. Ekkor megjelenik egy eszköztár.
2. Az eszköztáron válassza a **Szín**  lehetőséget. Ekkor megjelenik egy eszköztár.
3. Az eszköztáron válassza ki a riasztás típusát:
 - **Meghatározott érték alatti riasztás** .
 - **Meghatározott érték feletti riasztás** .
4. Nyomja meg a navigációs gomb középső részét. A hőmérsékleti küszöbérték megjelenik a képernyő tetején.
5. A hőmérsékleti küszöbérték módosításához nyomja meg a navigációs gombot fel/le irányban.

9.11 A hőmérsékleti skála mód módosítása

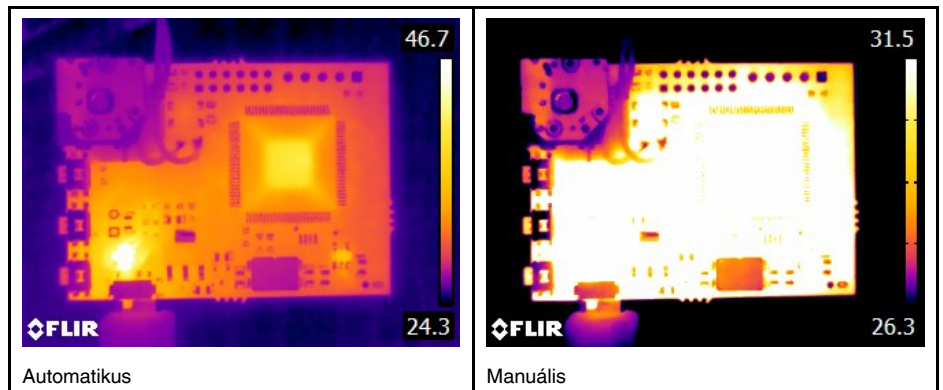
9.11.1 Általános

Kameramodelltől függően a kamera használható különböző hőmérséklettartomány módokban:

- **Automatikus** mód: A kamera automatikusan elvégzi a kép optimális fényerejének és kontrasztjának a beállítását.
- **Manuális** mód: Ez a mód lehetőséget biztosít a hőmérséklettartomány és a hőmérsékletszint manuális beállítására.




9.11.2 Mikor használj a **Manuális** módot

Itt látható egy nyomtatott áramköri kártya két infravörös képe. Hogy könnyebb legyen ki-elemezni a bal felső sarokban található alkatrészeken belüli hőmérséklet-ingadozást, a jobb oldali képen az alkatrész hőmérsékletéhez közeli hőmérséklettartomány került kiválasztásra.



9.11.3 Művelet

Kövesse az alábbi eljárást:

1. Nyomja meg a navigációs gomb középső részét. Ekkor megjelenik egy eszköztár.
2. Az eszköztáron válassza a *Temperature scale*  lehetőséget. Ekkor megjelenik egy eszköztár.
3. A menüben a következő lehetőségek közül választhat:
 - *Automatikus* 
 - *Manuális* 
4. *Manuális* módban a hőmérséklettartományt és a hőmérsékletszintet a következők szerint tudja megváltoztatni:
 - Nyomja a navigációs gombot balra/jobbra, hogy kiválassza (kijelölje) a maximális és/vagy minimális hőmérsékletet.
 - Nyomja a navigációs gombot felfelé/lefelé a kijelölt hőmérséklet értékének módosításához.

9.12 A felület emissziós tulajdonságának beállítása

9.12.1 Általános


A hőmérsékleti értékek pontos méréséhez a kamerának tudnia kell, hogy milyen jellegű felületet szeretne bemérni. Az alábbi felület-tulajdonságok közül választhat:

- *Matt*
- *Félmatt*
- *Félfényes*

További információk az emisszióról: 15 *Termográfias mérési eljárások*, oldal 40.

9.12.2 Művelet

Kövesse az alábbi eljárást:

1. Nyomja meg a navigációs gomb középső részét. Ekkor megjelenik egy eszköztár.
2. Az eszköztáron válassza a *Beállítások*  lehetőséget. Ekkor megjelenik egy párbeszédpanel.
3. A párbeszédpanelben válassza a *Mérések paramétere*i lehetőséget. Ekkor megjelenik egy párbeszédpanel.
4. A párbeszédpanelben válassza a *Fajlagos emisszió* lehetőséget. Ekkor megjelenik egy párbeszédpanel.

5. A párbeszédpanelben válassza az alábbi lehetőségek egyikét:

- *Matt*
- *Félmatt*
- *Félfényes*

9.13 Egyedi anyag emissziójának beállítása


9.13.1 Általános

A matt, félig matt vagy félig fényes felület-tulajdonságok megadása helyett egyedi anyagokat is kiválaszthat az anyaglistából.

További információk az emisszióról: 15 *Termográfias mérési eljárások*, oldal 40.

9.13.2 Művelet

Kövesse az alábbi eljárást:

1. Nyomja meg a navigációs gomb középső részét. Ekkor megjelenik egy eszköztár.
2. Az eszköztáron válassza a *Beállítások*  lehetőséget. Ekkor megjelenik egy párbeszédpanel.
3. A párbeszédpanelben válassza a *Mérések paramétere*i lehetőséget. Ekkor megjelenik egy párbeszédpanel.
4. A párbeszédpanelben válassza a *Fajlagos emisszió* lehetőséget. Ekkor megjelenik egy párbeszédpanel.
5. A párbeszédpanelben válassza a *Egyéni anyag* lehetőséget. Ekkor megjelenik egy anyaglista az egyes anyagok ismert emissziójával.
6. Válasszon egy anyagot a listából.

9.14 Az emisszió értékének testreszabása

9.14.1 Általános

Elképzeltető, hogy a rendkívül pontos mérési eredmények érdekében a megfelelő felület vagy az egyedi anyag kiválasztása helyett be kell állítania a fajlagos emisszió értékét. Ahelyett, hogy egyszerűen csak kiválasztaná a megfelelő felületet, azzal is tisztában kell lennie, hogy a fajlagos emisszió és a fényvisszaverés hogyan befolyásolja a mérési eredményeket.


A fajlagos emisszió egy olyan tulajdonság, amely azt jelzi, hogy a sugárzás milyen mértékben származik a tárgytól, és mennyire tükrözi vissza a tárgy. Az alacsonyabb érték nagyobb mértékű visszatükrözést, a magasabb érték pedig alacsonyabb mértékű visszatükrözést jelent.

A polírozott rozsdamentes acélnak például a fajlagos emissziója 0,14, míg a strukturált PVC-padlóé általában 0,93.

További információk az emisszióról: 15 *Termográfias mérési eljárások*, oldal 40.

9.14.2 Művelet

Kövesse az alábbi eljárást:

1. Nyomja meg a navigációs gomb középső részét. Ekkor megjelenik egy eszköztár.
2. Az eszköztáron válassza a *Beállítások*  lehetőséget. Ekkor megjelenik egy párbeszédpanel.
3. A párbeszédpanelben válassza a *Mérések paramétere*i lehetőséget. Ekkor megjelenik egy párbeszédpanel.
4. A párbeszédpanelben válassza a *Fajlagos emisszió* lehetőséget. Ekkor megjelenik egy párbeszédpanel.
5. A párbeszédpanelben válassza a *Egyéni érték* lehetőséget. Ekkor megjelenik egy párbeszédpanel, ahol beállíthat egy testreszabott értéket.

9.15 A visszavert látszólagos hőmérséklet módosítása


9.15.1 Általános

Ez a paraméter a tárgyról visszavert sugárzás kiegyenlítésére szolgál. Ha a fajlagos emisszió alacsony, a tárgy hőmérséklete pedig jelentősen eltér a visszavert hőmérséklettől, akkor fontos a visszavert látszólagos hőmérséklet helyes beállítása és kiegyenlítése.

További információk a visszavert látszólagos hőmérsékletről: 15 *Termográfias mérési eljárások*, oldal 40.

9.15.2 Művelet

Kövesse az alábbi eljárást:

1. Nyomja meg a navigációs gomb középső részét. Ekkor megjelenik egy eszköztár.
2. Az eszköztáron válassza a *Beállítások*  lehetőséget. Ekkor megjelenik egy párbeszédpanel.
3. A párbeszédpanelben válassza a *Mérések paramétere*i lehetőséget. Ekkor megjelenik egy párbeszédpanel.
4. A párbeszédpanelben válassza a *Visszavert hőmérséklet* lehetőséget. Ekkor megjelenik egy párbeszédpanel, ahol beállíthat egy értéket.

9.16 Különbözőség-korrektúra (non-uniformity correction - NUC) végrehajtása.

9.16.1 Általános

Amikor a hőkamera képernyőjén a *Kalibrálás...* felirat jelenik meg, akkor rendszer a termográfiaiban „különbözőség-korrektúraként” (NUC) ismert műveletet hajtja végre. A különbözőség-korrektúra egy olyan képkorrektúra, amelyet a kamera szoftvere végez el, hogy kiegyenlítse az érzékelő elemek különböző szintű érzékenységet és az egyéb optikai és geometriai zavarokat.² További információkért lásd: 17 *A kalibráció ismertetése*, oldal 51.

A különbözőség-korrektúra automatikusan végbemegy, például az eszköz bekapcsolásakor vagy a környezeti hőmérséklet változásakor.

A különbözőség-korrektúra végrehajtható manuálisan is. Hasznos lehet a kiemelt fontosságú, lehető legkisebb képzavart igénylő mérések végrehajtásakor.

9.16.2 Művelet

Kövesse az alábbi eljárást:

1. Egy különbözőség-korrektúra manuális elvégzéséhez legalább 2 másodpercig tartsa lenyomva az Archiválás gombot.

9.17 A beállítások módosítása

9.17.1 Általános

A kamera legkülönbözőbb beállításai módosíthatók, többek között a következők.

A *Beállítások* menü az alábbiakat tartalmazza:

- *Mérési paraméterek*.
- *Eszköz beállításai*.

2. A definíció az EN 16714-3:2016, Roncsolásmentes anyagvizsgálat — Termográfiai vizsgálat — 3. rész: Szakkifejezések és definíciók európai szabvány szövegéből származik.

9.17.1.1 Mérési paraméterek

- *Fajlagos emisszió*: Alapértelmezett érték: 0,95.
- *Visszavert hőmérséklet*: Alapértelmezett érték: 20 °C.
- *Távolság*: Alapértelmezett érték: 1,0 m.


Megjegyzés Normál használat közben általában nincs szükség az alapértelmezett mérési paraméterek módosítására. A rendkívül pontos mérések érdekében előfordulhat, hogy be kell állítania a *Fajlagos emisszió* és/vagy a *Visszavert hőmérséklet* értékét. További tudnivalók: 9.12 *A felület emissziós tulajdonságának beállítása*, 9.13 *Egyedi anyag emissziójának beállítása*, 9.14 *Az emisszió értékének testreszabása* és 9.15 *A visszavert látszólagos hőmérséklet módosítása* rész.

9.17.1.2 Eszköz beállításai

- *Nyelv, idő és mértékegységek*:
 - *Nyelv*
 - *Hőmérséklet-mértékegység*
 - *Távolság mértékegysége*.
 - *Dátum és idő*
 - *Dátum és idő formátuma*
- *Reset*:
 - *Kamera alapértelmezett módjának visszaállítása*
 - *Kamera gyári alapbeállításainak visszaállítása*
 - *Összes mentett kép törlése*
- *Automatikus kikapcs.*
- *Kijelző intenzitása*
- *Camera information*: Ez a menüparancs a kamerára vonatkozó különböző információkat jelenít meg, például a kamera típusát, sorozatszámát és szoftververzióját.

9.17.2 Művelet

Kövesse az alábbi eljárást:

1. Nyomja meg a navigációs gomb középső részét. Ekkor megjelenik egy eszköztár.
2. Az eszköztáron válassza a *Beállítások*  lehetőséget. Ekkor megjelenik egy párbeszédpanel.
3. A párbeszédpanelben válassza ki a módosítani kívánt beállítást, a navigációs gombbal pedig további párbeszédpaneleket jeleníthet meg,

9.18 A kamera frissítése

9.18.1 Általános

Ahhoz, hogy a kamera legújabb firmware-ének minden előnyét élvezhesse, fontos a kamera rendszeres frissítése. A kamerát a FLIR Tools/Tools+ program használatával frissítheti.

9.18.2 Művelet

Kövesse az alábbi eljárást:

1. Indítsa el a FLIR Tools/Tools+ alkalmazást.
2. Kapcsolja be a kamerát.
3. Csatlakoztassa a kamerát a számítógéphez az USB-kábellel.
4. A FLIR Tools/Tools+ program *Súgó* menüjében kattintson a *Frissítések keresése* lehetőségre.
5. Kövesse a képernyőn megjelenő utasításokat.

10.1 Online látószög-kalkulátor

Kérjük, látogassa meg a <http://support.flir.com> weboldalt, és kattintson a fényképező-gép-sorozat képére, hogy megjelenítse az összes lencse-kamera kombináció látószög-táblázatait.

10.2 Megjegyzés a műszaki adatokhoz

AFLIR Systems fenntartja a jogot a műszaki adatok előzetes értesítés nélküli megváltoztatására. A legújabb változtatásokat ellenőrizze a <http://support.flir.com> weboldalon.

10.3 Megjegyzés az irányadó változatról

E kiadvány irányadó változata az angol. Ha fordítási hibák miatt eltérések fordulnak elő, akkor az angol szöveg a mérvadó.

Minden későbbi módosítás először az angol nyelvű változatban jelenik meg.

10.4 FLIR ETS320

P/N: 63950-1001

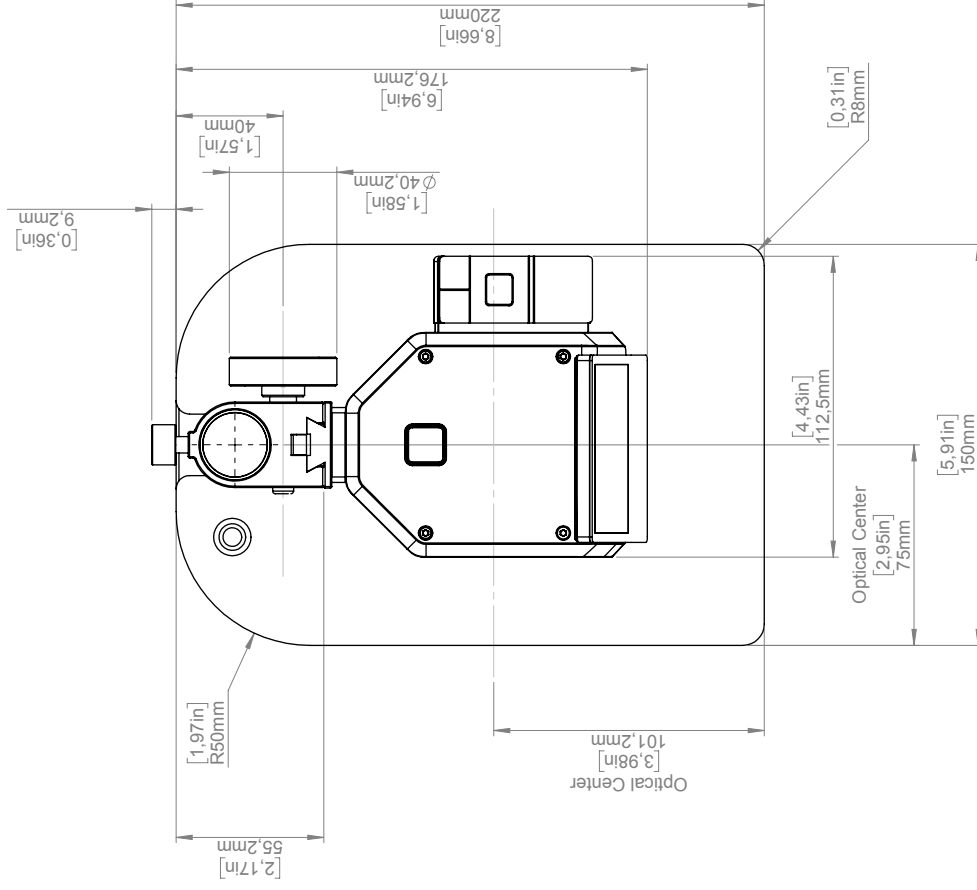
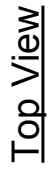
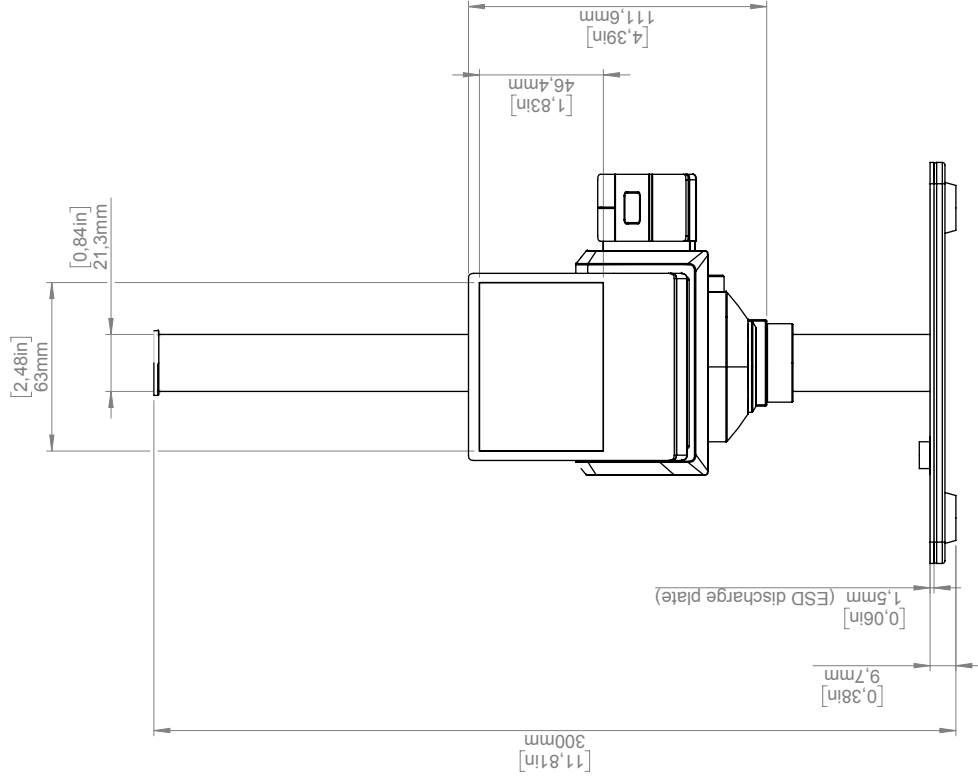
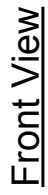
Rev.: 42969

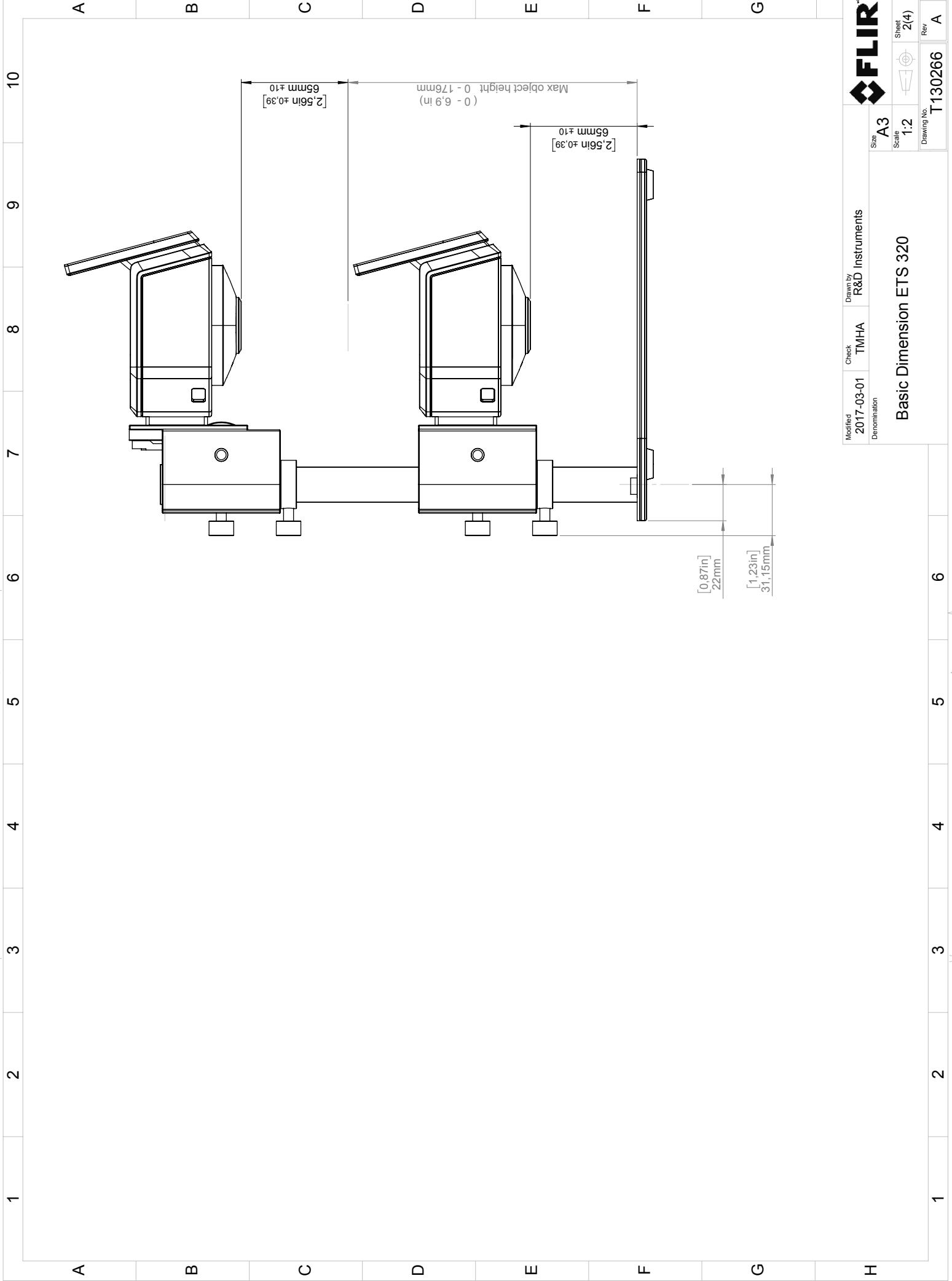
Általános leírás	
<p>A FLIR ETS320 a FLIR első elektronikus tesztpadra készült kamerája, amely nyomtatott áramkörti kártyák és elektronikus eszközök hőmérsékletének gyors ellenőrzésére szolgál. A FLIR ETS320 $\pm 3^\circ\text{C}$-os pontosságának köszönhetően elég érzékeny a finom hőmérséklet-különbségek érzékeléséhez, így gyorsan megtalálhatja a forró pontokat és a potenciális hibahelyeket. A 320×240 képpontos infravörös érzékelő több mint 76 000 hőmérsékletmérő pontot biztosít, így kiküszöböli a korábbi mérőeszközök jelentette bizonytalanságot. A kifejezetten asztali felhasználásra készült, akkumulátoros FLIR ETS 320 számítógéphez csatlakoztatva lehetővé teszi a hőmérsékleti adatok azonnali elemzését és megosztását.</p>	
<p>Előnyök:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Csökkenti a tesztekre szánt időt: Gyorsan azonosítja a forró pontokat, a hőmérsékleti (termikus) gradienseket és a potenciális hibahelyeket. • Jobb terméktervezést tesz lehetővé: Megtudhatja, hogy hol és mikor van szükség ventilátorok és hűtőbordák beszerelésére, és gondoskodhat róla, hogy a termékek a maximális élettartamot biztosító megadott műszaki paramétereken belül működjenek. • Pénzt takarít meg: Gyorsabb prototípuskészítést tesz lehetővé, és csökkenti a termékfejlesztési ciklusok idejét. • Optimalizálja a laboratóriumi időt: Akkumulátoros, kézhasználatot nem igényel, és a kamerán belül lehetővé teszi a teljes mérést és elemzést. 	
<p>Fontosabb funkciók:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Több mint 76 000 pontos, nem érintéses hőmérsékletmérés egy gombnyomásra. • A 320×240 képpontos detektor éles hőképet biztosít. • Hőmérséklet időbeli alakulásának mérése a FLIR Tools+ segítségével. • Kis alkatrészek mérése $170\ \mu\text{m}$-es képpontonkénti méretig. • Az objektív a cél 45°-os hőképét jeleníti meg a forró pontok gyors észleléséhez. • A radiometrikus képeket a könnyebb megosztás érdekében JPEG formátumban készíti el. • A $\pm 3\%$-os pontosság elősegíti a nyomtatott áramkörti kártyák minőségellenőrzését és gyári átvételét. • Gyorsan a mellékelt állványra rögzíthető az azonnali használathoz. • Az éles, 3 hüvelykes LCD-kijelző azonnali termikus visszajelzést biztosít. • Világszintű szoftver a speciális mérési korrekciókhoz/képességekhez. 	
Képalkotás és optikai adatok	
Infravörös felbontás	320×240 képpont
Termikus érzékenység/NETD	$<0,06^\circ\text{C}/<60\ \text{mK}$
Látószög (FOV)	$45^\circ \times 34^\circ$
Rögzített fókusz távolság	$70\ \text{mm} \pm 10\ \text{mm}$
Térbeli felbontás (IFOV)	$2,6\ \text{mrad}$
F-szám	1,5
Képfrekvencia	9 Hz
Érzékelő adatai	
Érzékelő típusa	Gyújtósíkú képérzékelő (FPA), nem hűtött mikrobolométer
Spektrumtartomány	$7,5\text{--}13\ \mu\text{m}$
Kép megjelenítése	
Kijelző	3,0 hüvelykes 320×240 színes LCD
Képbeállítás	Automatikus/manuális

Mérés	
Tárgy hőmérséklet-tartománya	-20 °C és +250 °C között
Pontosság	±3 °C vagy a mért érték ±3%-a, amelyik a nagyobb 10 °C és 35 °C közötti környezeti hőmérséklet, és +0 °C feletti tárgyhőmérséklet esetén.
Mérések elemzése	
Pontmérő	Középpont
Terület	Téglalap maximummal/minimummal
Emissziós korrekció	Változó 0,1 és 1,0 között
Fajlagos emissziók táblázata	Az előre definiált anyagok fajlagos emisszióinak táblázata
Visszavert látszólagos hőmérséklet korrekciója	Automatikus, a visszavert hőmérséklet bemeneti adatai alapján
Beállítás	
Színpaletták	Fekete-fehér, vas és szivárvány
Beállítási parancsok	Mértékegységek, nyelv, dátum és idő formátumának helyi adaptációja
Videojelfolyam	
Radiometrikus infravörös videojelfolyam	Teljesen dinamikus PC-re (FLIR Tools/Tools+) USB-vel
Nem radiometrikus infravörös videojelfolyam	Tömörítetlen színezett videó USB használatával
Képek tárolása	
Fájlformátumok	Szabványos JPEG, 14 bites mérési adatokat is tartalmaz
Adatkommunikációs csatolófelületek	
Csatolófelületek	USB mikro: Adatátvitel PC és Mac számítógéppel mindkét irányban
Tápellátási rendszer	
Akkumulátor típusa	Újratölthető Li-ion akkumulátor
Akkumulátor feszültsége	3,7 V
Akkumulátor működési ideje	Körülbelül 4 óra 25 °C környezeti hőmérsékleten és tipikus használat mellett
Töltési rendszer	Az akkumulátor töltésére az egység belsejében kerül sor
Töltési idő	2,5 óra alatt 90%-os kapacitás
Energiagazdálkodás	Automatikus leállítás
Váltóáramú működés	AC adapter, 90–260 V AC bemenet, 5 V DC kimenet a kamerához
Környezeti adatok	
Működési hőmérséklet tartománya	10–40 °C
Tárolási hőmérséklet tartománya	–40 °C és +70 °C között
Páratartalom (működéshez és tároláshoz)	IEC 60068-2-30/24 óra 95% relatív páratartalom
Érintésvédelmi besorolás	IP 40 (IEC 60529)

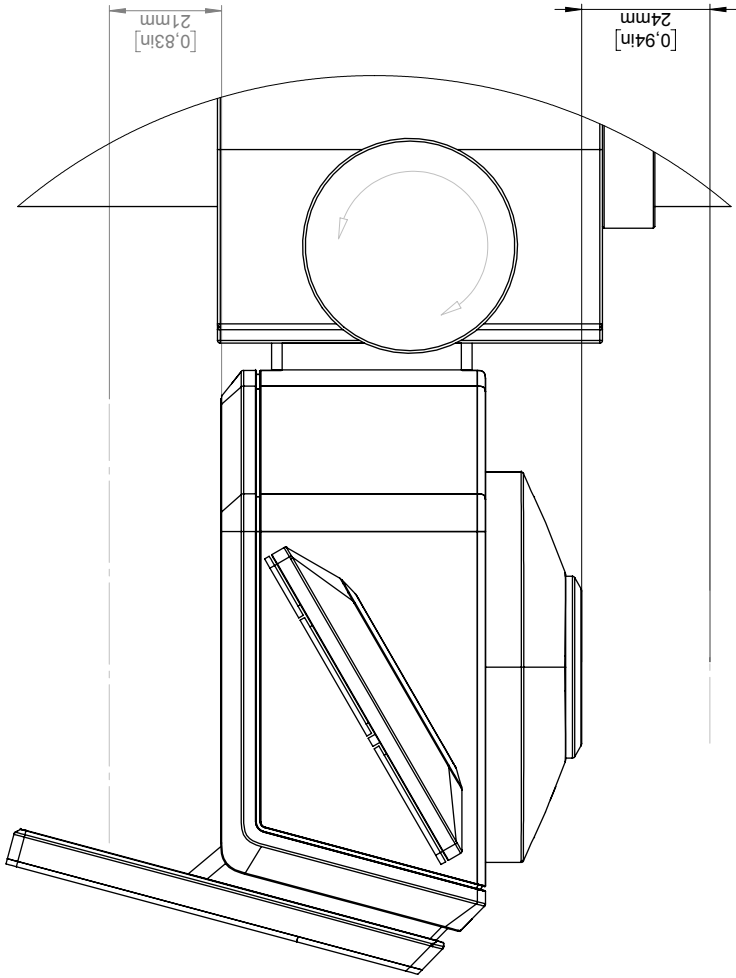
Irányelvek és jogszabályok	
Irányelvek és jogszabályok	<ul style="list-style-type: none"> Akkumulátorra vonatkozó irányelv: 2006/66/EK Elektromágneses megfelelési irányelv: 2014/30/EU. FCC 47 CFR 15. rész B osztály, B alrész REACH irányelv: EK 1907/2006 RoHS2 irányelv: 2011/65/EK WEEE irányelv: 2012/19/EK
Fizikai adatok	
Rendszer tömege, akkumulátorral	1,8 kg
Rendszer mérete (H × Sz × M)	220 mm × 150 mm × 300 mm
Szín	Fekete és szürke
Szállítási információ	
Csomagolás, típusa	Kartondoboz
A csomag tartalma	<ul style="list-style-type: none"> FLIR Tools+ Infravörös kameraegység Nyomtatott dokumentáció Tápegység USB-kábel
Csomagolás, tömeg	2,9 kg
Csomag mérete (H × Sz × M)	290 mm × 170 mm × 378 mm
EAN-13	4743254002913
UPC-12	845188014186
Származási ország	Tervezte: FLIR Systems, Svédország. Összeszerelés országa: Taiwan

[Lásd a következő oldalt]





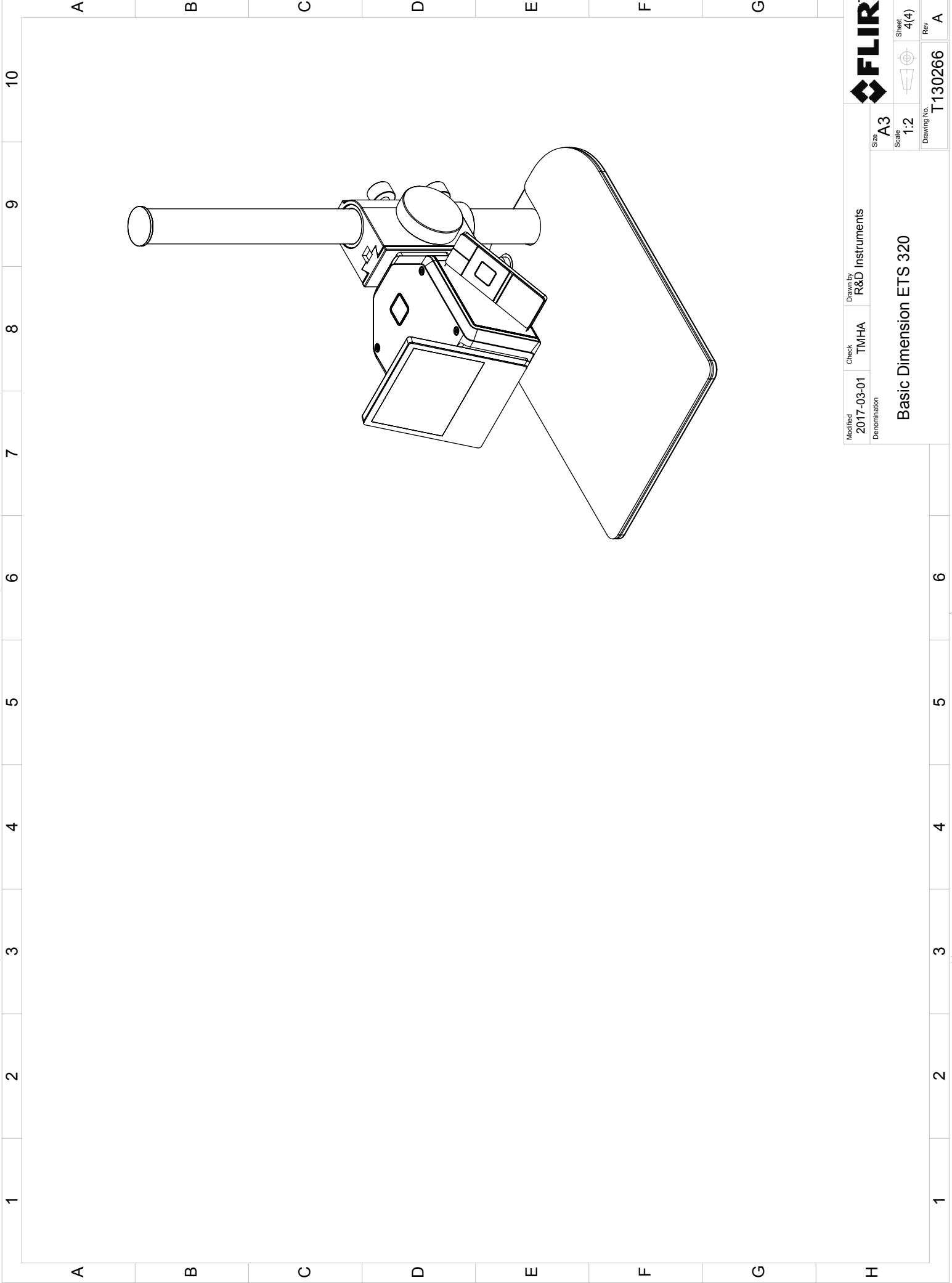
FLIR	Drawn by R&D Instruments			Size A3	Sheet 2(4)	Rev A
	Check TMHA	Denomination Basic Dimension ETS 320		Scale 1:2		
	Modified 2017-03-01			Drawing No. T130266		



DETAIL A
SCALE 1 : 1

Total adjustment length (locked): 45mm (1.77 in)

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



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

12.1 Kamera burkolata, kábelek és a többi elem

12.1.1 Folyadékok

Csak a következő folyadékokat használja:

- Langyos víz
- Híg tisztítószer-oldat

12.1.2 Eszköz

Puha rongy

12.1.3 Művelet

Kövesse az alábbi eljárást:

1. Nedvesítse meg a rongyot a folyadékkal.
2. A túlsorduló folyadék eltávolításához csavarja ki a rongyot.
3. Tisztítsa meg a ronggyal a kívánt alkatrészt.



FIGYELEM

Ne használjon oldószert vagy hasonló folyadékot a kamerához, a kábelekhez vagy más részekhez. Ez károsodást okozhat.

12.2 Infravörös lencse

12.2.1 Folyadékok

Csak a következő folyadékokat használja:

- Kereskedelembe kapható, minimum 30%-os izopropil-alkohol tartalmú tisztítófolyadék a lencséhez
- 96%-os etil-alkohol (C_2H_5OH).

12.2.2 Eszköz

Vatta



FIGYELEM

Ha a lencse tisztításához szövetdarabot használ, annak száraznak kell lennie. A fenti 12.2.1 részben feltüntetett, lencsék tisztítására szolgáló tisztítófolyadékokkal együtt ne használjon szövetdarabot. Ezek a folyadékok fellazíthatják a szövetdarabon lévő anyagot, a fellazult anyag pedig negatív hatást fejthet ki a lencsék felületén.

12.2.3 Művelet

Kövesse az alábbi eljárást:

1. Nedvesítse meg a vattát a folyadékkal.
2. A túlsorduló folyadék eltávolításához csavarja ki a vattát.
3. Csak egyszer törölje meg a lencsét, utána dobja el a vattát.



VIGYÁZAT

A folyadékok használata előtt győződjön meg arról, hogy elolvasott minden ide vonatkozó anyagbiztonsági adatlapot (MSDS) és a tartályokon található figyelmeztető címkét. A folyadékok veszélyesek lehetnek.

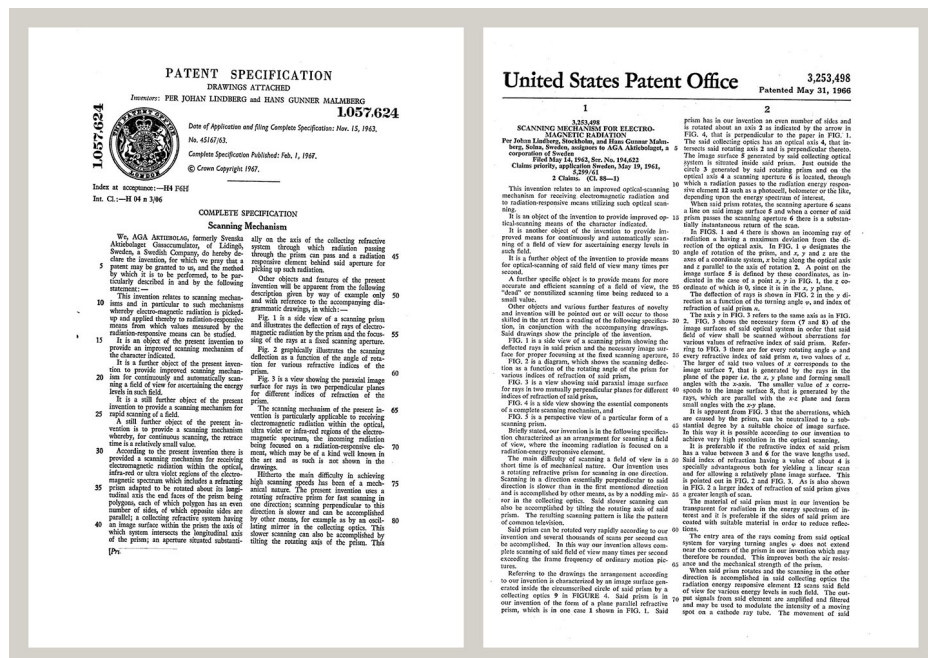
**FIGYELEM**

- Óvatosan tisztítsa az infravörös lencsét. A lencse érzékeny antireflexiós bevonattal van ellátva.
- Ne tisztítsa az infravörös lencsét túl erőteljesen. Ez károsíthatja az antireflexiós bevonatot.

A FLIR Systems 1978-ban lett alapítva, hogy a nagyteljesítményű infravörös képérzékelő rendszerek fejlesztése terén vezető szerepet érjen el, és ma már különféle kereskedelmi, ipari és kormányzati alkalmazások széles körében rendelkezik nemzetközi vezető szereppel a hőképes rendszerek tervezése, gyártása és forgalmazása tekintetében. A FLIR Systems ma négy jelentős, 1958 óta kimagasló eredményeket elért céget foglal magában; —a svéd AGEMA Infrared Systems (korábban AGA Infrared Systems) céget, valamint három amerikai vállalatot (Indigo Systems, FSI és Inframetrics), illetve a franciaországi székhelyű Cedip vállalatot.

2007 óta, a FLIR Systems számos olyan vállalatot vásárolt meg, amelyek világszinten vezető tapasztalattal rendelkeznek az érzékelőtechnológia terén:

- Exttech Instruments (2007)
- Ifara Tecnológicas (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 mikrooptikai vállalat (2013)
- DVTEL (2015)
- Point Grey Research (2016)
- Prox Dynamics (2016)



Ábra 13.1. Szabadalmi dokumentumok az 1960-as évek elejéről

A FLIR Systems három gyártóüzemmel rendelkezik az Egyesült Államokban (Portland, OR; Boston, MA; Santa Barbara, CA) és egy üzemmel Svédországban (Stockholm). 2007 óta Észtország fővárosában, Tallinban is működik egy gyártóüzem. Belgiumban, Braziliában, Kínában, Franciaországban, Németországban, Nagy-Britanniában, Hongkongban, Olaszországban, Japánban, Koreában, Svédországban és az Egyesült

Államokban közvetlen értékesítési irodák találhatók, amelyek —a többi nemzetközi szintű üzletkötői hálózattal együtt— nemzetközi ügyfélbázisunkat kiszolgálják.

A FLIR Systems az infravörös kamera iparágának újtásokra törekvő vezetője. Meglévő kameráink bővítésével és újak kifejlesztésével megelőzzük a piaci igényeket. Cégünk mérőföldköveket állított fel a termékek tervezése és fejlesztése terén, mint amilyen az első akkumulátoros táplálású hordozható kamera bemutatása az ipari közönségnek, az első hűtés nélküli infravörös kamera, hogy csak néhányat említsünk.



Ábra 13.2 1969: Thermovision 661. modell. A kamera körülbelül 25 kg tömegű volt, az oszcilloszkóp 20 kg, az állvány pedig 15 kg. A kezelőnek szüksége volt még egy 220 V-os AC generátorra és egy 10 literes, folyékony nitrogént tartalmazó palackra. Az oszcilloszkóp bal oldalán egy Polaroid tartozék (6 kg) látható.



Ábra 13.3 2015: FLIR One, egy iPhone-ra és Android mobiltelefonra csatlakoztatható tartozék. Tömege: 90 g.

A FLIR Systems maga gyártja a kamera összes fontos mechanikus és elektronikus összetevőjét. Az érzékelő tervezésétől és gyártásától a lencséken és rendszerelektronikán keresztül a végső tesztelésig és kalibrációig, minden gyártási lépést saját mérnökeink végeznek és felügyelnek. Az infravörös rendszerspecialisták mélyreható tapasztalata garantálja az infravörös kamera épített összes fontos összetevő pontosságát és megbízhatóságát.

13.1 Több, mint egy infravörös kamera

A FLIR Systems vállalatnál felismertük, hogy munkánk túlmutat a legjobb infravörös kamerarendszerek gyártásán. Elkötelezettek vagyunk abban, hogy infravörös kamerarendszereink minden felhasználóját nagyteljesítményű kamera-szoftver kombinációkkal képessé tegyük a hatékonyabb munkavégzésre. A speciálisan prediktív karbantartásra, kutatás-fejlesztésre és folyamatfigyelésre szánt szoftverek házon belül készülnek. A legtöbb szoftver több különböző nyelven is rendelkezésre áll.

Infravörös kameráinkat tartozékok széles körével támogatjuk, ezáltal az eszköz a legigényesebb infravörös alkalmazásokhoz is használható.

13.2 Megosztjuk tudásunkat

Bár kameráink igen felhasználóbarát módon lettek kialakítva, a termografiában sokkal több rejlik annál, mint csupán a kamera használatának ismerete. Ezért a FLIR Systems megalapította az Infravörös oktatóközpontot (Infrared Training Center – ITC), amely egy különálló szervezeti egység, és tanúsítványt nyújtó képzéseket kínál. Egy ITC tanfolyamon való részvétel valódi, kézzel fogható tanulási élményt kínál.

Az ITC csapata az infravörös elmélet gyakorlati használatához is megad minden alkalmazási támogatást.

13.3 Ügyfeleink támogatása

A FLIR Systems nemzetközi szintű szervizhálózatot működtet, amely gondoskodik arról, hogy ügyfeleink kamerái mindenkor működőképesek legyenek. Amennyiben bármilyen problémát észlel kamerájával kapcsolatban, a helyi szervizközpontok minden eszközzel és szakismerettel rendelkeznek annak lehető legrövidebb időn belül történő megoldásához. Ehhez nem kell kameráját elküldenie a világ másik végébe, vagy idegen nyelven intéznie a kamerával kapcsolatos ügyeket.

Fogalom	Definíció
A hőátadás iránya ³	A hő önmagától a melegebb hely felől a hidegebb hely felé áramlik, a hőenergiát az egyik helyről egy másik helyre szállítva. ⁴
Abszorpció (hőelnyelés) és emisszió (hőkisugárzás) ⁵	Egy testnek a beeső sugárzással érkező energia elnyelésére való képessége minden esetben megegyezik a saját energiája sugárzásként való kibocsátására való képességével.
Beeső sugárzás	Olyan sugárzás, amely a környezetéből ér egy testet.
Diagnosztika	A tünetek, illetve tünetegyüttesek vizsgálata, amelynek célja a hiányosságok, illetve hibák jellegének a meghatározása. ⁶
Energiamegmaradás ⁷	Zárt rendszerben az energiával rendelkező testek energiájának összege állandó.
Fajlagos emissziós tényező	A valódi testek által sugárzott energia és egy ugyanolyan hőmérsékletű és hullámhosszú fekete test által sugárzott energia aránya. ⁸
Hő	Két test (rendszer) között a köztük meglévő hőmérséklet-különbség következtében áramló hőenergia.
Hőenergia	Egy testet alkotó molekulák összesített mozgási energiája. ⁹
Hőmérséklet	Az anyagot felépítő atomok és molekulák átlagos mozgási energiájának mért értéke.
Hőmérséklet-hangolás	Az a folyamat, amelynek során a kép színeit az elemzés tárgyára helyezik a kontraszt maximalizálása érdekében.
Hőmérsékleti (termikus) gradiens	A hőmérséklet fokozatos megváltozása a távolság függvényében. ⁸
Hőáramsűrűség ¹⁰	A hőáramsűrűség stacionárius állapotban egyenesen arányos a test hővezető képességével, amely a test azon keresztmetszete, amelyen keresztül a hő áramlik, valamint az adott test két végpontja közötti hőmérséklet-különbséggel; ugyanakkor fordítottan arányos a test hosszával, illetve vastagságával. ¹¹
Infravörös hőterképezés	A kontaktus nélküli termikus képalkotó berendezések által összegyűjtött hőmérsékleti információk megszerzésének és elemzésének folyamata.
Izoterma	Az izoterma parancs a skála bizonyos színeit kontrasztszínekkel helyettesíti. Az izoterma azonos látszólagos hőmérsékleti intervallumot jelöl. ¹²
Kisugárzás	Egy test felületét elhagyó sugárzás, függetlenül annak eredeti forrásától.
Kondukción	Hőenergia molekulák közötti közvetlen átadása, amelyet a molekulák ütközései okoznak.
Konvekció (hőszállítás)	A konvekció a hőtranszport azon fajtája, amikor a folyadék gravitáció vagy egyéb erők hatására mozgásba kerül, és ezáltal szállítja a hőt egyik helyről a másikra.

3. A termodinamika második törvénye.

4. Ez a termodinamika második törvényének következménye; maga a törvény ennél bonyolultabb.

5. Kirchhoff törvénye a hősugárzásról:

6. Az ISO 13372:2004 (en) szabvány alapján.

7. A termodinamika első törvénye.

8. Az ISO 16714-3:2016 (en) szabvány alapján.

9. A hőenergia része az adott test belső energiájának.

10. Fourier-törvény:

11. Ez a Fourier-törvény egydimenziós formája, amely stacionárius állapotban érvényes.

12. Az ISO 18434-1:2008 (en) szabvány alapján.

Fogalom	Definíció
Kvalitatív hőterképezés (kvalitatív termográfia)	A hőterképezés azon fajtája, amely hőmérsékleti minták elemzését használja az anomáliák kiderítésére, valamint azok helyzetének meghatározására. ¹³
Kvantitatív hőterképezés (kvantitatív termográfia)	A hőterképezés azon fajtája, amely a hőmérsékletmérést használja egy anomália súlyosságának a meghatározására azzal a céllal, hogy megállapítsa az elvégzendő javítások fontossági sorrendjét. ¹³
Látszólagos hőmérséklet	Egy infravörös berendezésről leolvasott, nem kompenzált hőmérsékleti érték, amely az eszközt érő valamennyi hőszugárzást tartalmazza, függetlenül azok forrásától. ¹⁴
Sugárzásos hőátadás	A hőszugárzás emissziója, illetve abszorpciója által keletkező hőátadás.
Színpaletta	A színpaletta meghatározott látszólagos hőmérsékleti értékek jelzésére különböző színeket használ. A színpaletták az általuk használt színektől függően magas vagy alacsony kontrasztot képezhetnek.
Térbeli felbontás	Az infravörös kamera kis méretű tárgyak vagy részletek felbontására való képessége.
Visszavert látszólagos hőmérséklet	A megcélzott tárgy által a környezetnek az infravörös kamerába visszavert látszólagos hőmérséklete. ¹⁵

13. Az ISO 10878-2013 (en) szabvány alapján.

14. Az ISO 18434-1:2008 (en) szabvány alapján.

15. Az ISO 16714-3:2016 (en) szabvány alapján.

15.1 Bevezetés

Az infravörös kamera a tárgy által kibocsátott infravörös sugárzás mérésére valamint képi megjelenítésére szolgál. Mivel a sugárzás a tárgy felületi hőmérsékletétől függ, a kamera ki tudja számítani, és meg tudja jeleníteni ezt a hőmérsékletet.

Azonban a kamera által mért sugárzás nem csupán a tárgy hőmérsékletétől, hanem annak emissziójától is függ. A környezetben is keletkezik sugárzás, amely visszaverődik a tárgyról. A tárgy saját sugárzását, illetve az általa visszavert sugárzást a légkör elnyelő-képessége is befolyásolja.

Ezért a pontos hőmérsékletméréshez szükség van a számos különböző sugárforrásból származó hatás kiegyenlítésére. Ezt a kamera működés közben automatikusan elvégzi. Ehhez azonban a kamerán be kell állítani a tárgy következő paramétereit:

- A tárgy fajlagos emissziója
- A visszavert látszólagos hőmérséklet
- A tárgy és a kamera közötti távolság
- A relatív páratartalom
- A légkör hőmérséklete

15.2 Fajlagos emisszió

A tárgy beállítandó paramétereinek közül a legfontosabb a fajlagos emisszió, amely röviden összefoglalva a tárgy által kibocsátott sugárzás mennyiségének egy azonos hőmérsékletű tökéletes fekete testhez viszonyított mérőszáma.

Rendszerint a tárgy anyagai és felületkezelései 0,1 és 0,95 közötti fajlagos emissziós tartományokat eredményeznek. A fényesre (tükörfényűre) polírozott felület értéke 0,1 alá csökken, míg az oxidált vagy a festett felületek fajlagos emissziója magasabb. Az olajbázisú festékek fajlagos emissziója, függetlenül a látható spektrumon belüli színtől, az infravörös tartományban 0,9 feletti fajlagos emissziót érnek el. Az emberi bőr fajlagos emissziója 0,97 és 0,98 közé esik.

A nem oxidált fémekre szélsőséges esetben a tökéletes átlátszatlanság és a nagy fényvisszaverő képesség jellemző, ami nem változik jelentősen a hullámhosszal. Ennek következtében a fémek fajlagos emissziója alacsony – és csak a hőmérséklettel együtt növekszik. Nemfémek esetén a fajlagos emisszió általában magas, és a hőmérséklettel együtt csökken.

15.2.1 Minta fajlagos emissziójának megállapítása

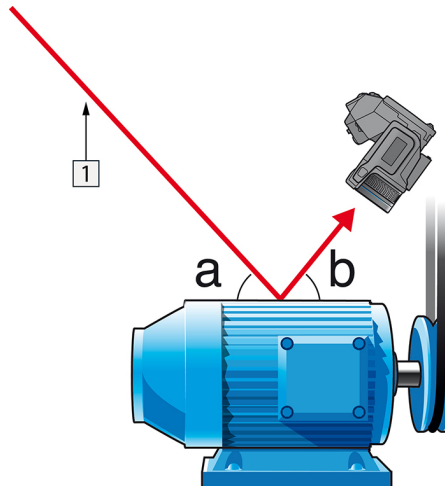
15.2.1.1 1. lépés: Visszavert látszólagos hőmérséklet meghatározása

A visszavert látszólagos hőmérséklet meghatározásához alkalmazza az alábbi két módszer valamelyikét:

15.2.1.1.1 1. módszer: Közvetlen módszer

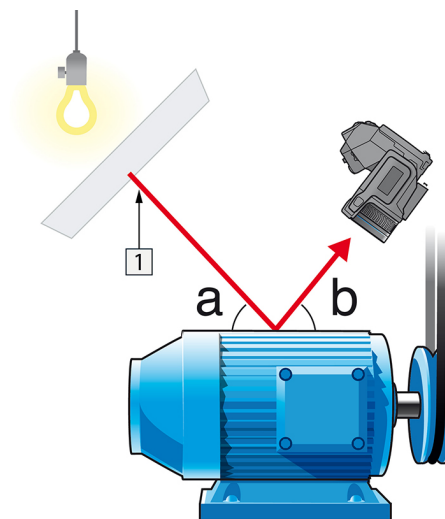
Kövesse az alábbi eljárást:

1. Keressen potenciális visszaverő forrásokat, melyek esetén a beesési szög = visszaverődési szög ($a = b$).



Ábra 15.1 1 = Reflexióforrás

2. Ha a reflexióforrás pontforrás, akkor módosítsa a forrást egy kartonlappal eltakarva.

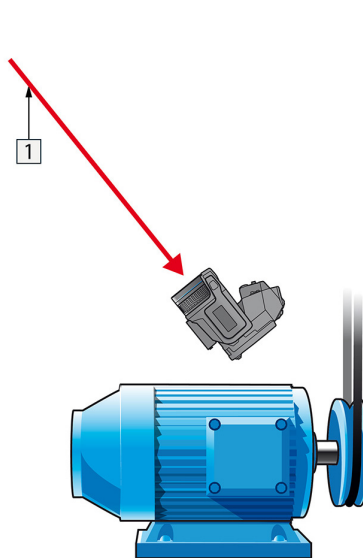


Ábra 15.2 1 = Reflexióforrás

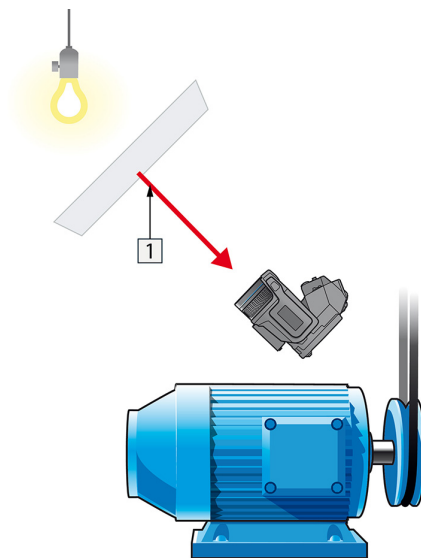
3. MÉRJE MEG A SUGÁRFORRÁSBÓL SZÁRMAZÓ SUGÁRZÁS INTENZITÁSÁT (= látszólagos hőmérséklet) a következő beállításokkal:

- Fajlagos emisszió: 1,0
- D_{obj} : 0

A sugárzás intenzitását a következő két módszer egyikével mérheti meg:



Ábra 15.3 1 = Reflexióforrás



Ábra 15.4 1 = Reflexióforrás

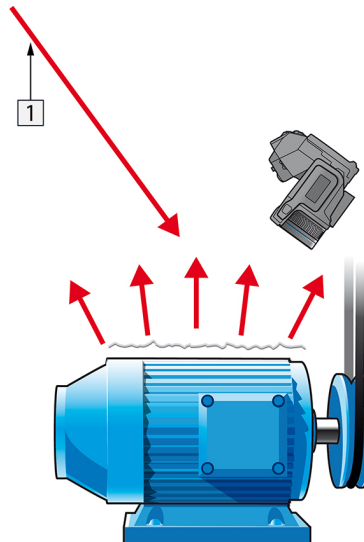
Nem használhat hőelemet a visszavert látszólagos hőmérséklet méréséhez, mert a hőelem méri a *hőmérsékletet*, azonban a látszólagos hőmérséklet a *sugárzás intenzitása*.

15.2.1.1.2 2. módszer: Reflektoros módszer

Kövesse az alábbi eljárást:

1. Gyűrjön össze nagyobb darab alumíniumfóliát.
2. Terítse szét az alumíniumfóliát, és erősítse fel egy azonos méretű kartonlapra.
3. Helyezze a kartonlapot a mérni kívánt tárgy elé. Ellenőrizze, hogy az alumíniumfóliával borított fele nézzen a kamera felé.
4. Állítsa a fajlagos emissziót 1,0 értékre.

5. Mérje meg és jegyezze fel az alumíniumfólia látszólagos hőmérsékletét. A fólia tökéletes reflektor, tehát a látszólagos hőmérséklete megegyezik környezetének reflektált látszólagos hőmérsékletével.



Ábra 15.5 Látszólagos hőmérséklet mérése az alumíniumfólia segítségével.

15.2.1.2 2. lépés: Fajlagos emisszió meghatározása

Kövesse az alábbi eljárást:

1. Válassza ki a helyet, ahová a mintát helyezi.
2. Határozza meg és állítsa be a visszavert látszólagos hőmérsékletet az előzőekben leírtak szerint.
3. Helyezzen egy darab ismert fajlagos emissziójú szigetelőszalagot a mintára.
4. Melegítse a mintát, amíg hőmérséklete legalább 20°C-kal meghaladja a környezeti hőmérsékletet. A fűtés lehetőleg legyen egyenletes.
5. Állítsa be a kamerán a képélességet, végezzen automatikus finombeállítást, majd merevítse ki a képet.
6. Állítsa be a *Szint* és *Táv* értékek segítségével a kép optimális fényerejét és kontrasztját.
7. Állítsa be a fajlagos emissziót a szalag értékére (általában 0,97).
8. Mérje meg a szalag hőmérsékletét az alábbi mérési függvények egyikével:
 - *Izoterma* (segít meghatározni a hőmérsékletet, valamint a minta melegítésének egyenletességét)
 - *Mérőpont* (egyszerűbb)
 - *Téglalap Átl.* (változó fajlagos emissziójú felületekhez javasolt).
9. Jegyezze fel a hőmérsékletet.
10. Helyezze át a mérési függvényt a minta területére.
11. Módosítsa a beállított fajlagos emissziót mindaddig, míg a leolvasható hőmérséklet meg nem egyezik az előző méréssel.
12. Jegyezze fel a fajlagos emissziót.

Megjegyzés

- Kerülje a kényszeráramlást
- Keressen egyenletes hőmérsékletű környezetet, amely nem generál pontsugárzásokat
- Használjon kiváló minőségű szalagot, melyről tudja, hogy nem ereszti át a fényt, és biztosan magas fajlagos emisszióval rendelkezik
- Ennek a módszernek előfeltétele, hogy a szalag és a minta felületének hőmérséklete azonos legyen. Ellenkező esetben a mért fajlagos emisszió nem felel meg a valóságnak.

15.3 Visszavert látszólagos hőmérséklet

Ez a paraméter a tárgyról visszaverődő sugárzás kiegyenlítésére szolgál. Ha a fajlagos emisszió alacsony, a tárgy hőmérséklete pedig viszonylag távol esik a visszaverttől, akkor fontos a visszavert látszólagos hőmérséklet helyes beállítása és kiegyenlítése.

15.4 Távolság

Távolság alatt a tárgy és a kamera elülső lencséje közötti távolságot kell érteni. Ez a paraméter a következő két tényező kiegyenlítésére szolgál:

- A céltárgyból származó sugárzást elnyeli a tárgy és a kamera közötti levegő.
- A kamera érzékeli a magából a légkörből származó sugárzást.

15.5 Relatív páratartalom

A kamera ellensúlyozni tudja azt a tényt, hogy az áteresztő képesség a légkör relatív páratartalmától is függ. Ehhez állítsa be a relatív páratartalom helyes értékét. Rövid távolságok és normál páratartalom esetén a relatív páratartalom 50%-os alapértelmezett értékét általában nem szükséges megváltoztatni.

15.6 Egyéb paraméterek

Ezenkívül a FLIR Systems egyes kamerái és elemzőprogramjai lehetővé teszik a következő paraméterek kiegyenlítését:

- Légköri hőmérséklet – azaz a kamera és a céltárgy közötti légköri hőmérséklet
- Külső optikai hőmérséklet – azaz a kamera előtt használt külső lencsék vagy ablakok hőmérséklete
- Külső optikai áteresztés – azaz a kamera előtt használt külső lencsék vagy ablakok hőátvitele

16.1 Bevezetés

A hőkamerák használata számos szakmai környezetben terjedt el az elmúlt években. Egyszerű a kezelésük és gyorsan elkészíthetők a hőképek. A képeket egyszerűen hozzá lehet csatolni a jelentésekhez (pl. egy elektromos berendezés vagy épület vizsgálata során, az elvégzett munka, illetve a megállapított hibák vagy eltérések bizonyítékként). Az emberek azonban gyakran elfelejtik, hogy a (bíróági) bizonyítékként felhasználandó képeknek meg kell felelniük bizonyos követelményeknek: ezt nem lehet egy gyors pillanatképfelvétellel elintézni. Szóval mik a jellemzői egy igazán jó hőképnek?

16.2 Háttér

A termográfiai képzésünk óráinak gyakorlati feladatai során újra és újra megfigyeljük, hogy egyes résztvevők milyen nehéznek találják az optimális kamerabeállítások kiválasztását különböző feladatokhoz. Nem mindenki rendelkezik például amatőr fotográfusi háttérrel (a termográfia és fotográfia közötti különbségről bővebben a következő részben olvashat), és a jó és hasznos hőkép elkészítéséhez rendelkezni kell némi fotográfiai tudással, beleértve annak gyakorlatban való alkalmazását is. Emiatt nem meglepő, hogy a termográfusok, különösen a képzéssel nem rendelkezők, ismételten értelmetlen hőképekkel ellátott jelentéseket készítenek, vagy olyan hőképeket, melyekből helytelen következtetéseket lehet levonni, és csak a kukának készítik őket. Sajnálatos módon az ilyen jelentések nemcsak olyan vállalatoknál találhatók meg, ahol a termográfia egy külön bónusz, hanem olyan vállalkozásoknál is, ahol ezek a jelentések egy kritikus folyamatmegfigyelés vagy karbantartási program részét képezhetik. A rossz hőképkészítésnek két fő oka van: az egyik, hogy a felhasználók nem tudják, hogy milyen egy jó hőkép, a másik pedig – bármi is legyen az oka –, hogy a munkát nem megfelelően végzik el.

16.3 Egy jó kép

Mivel a termográfia és a fotográfia kapcsolódik egymáshoz, célszerű egy pillantást vetni arra, hogy mi fontos a profi fényképészek számára. Hogyan jellemeznék a jó képet? Három szempontot emelhetünk ki legfontosabbnak:

1. Egy képnek valamilyen módon meg kell érintenie a szemlélőt. Ez azt jelenti, hogy szokatlanak, kirívónak vagy egyedinek kell lennie, továbbá fel kell keltenie az érdeklődést, illetve a műfajtól függően érzelmet kell kiváltania.
2. A kompozíciónak és az egyensúlynak összhangban kell lennie; a képrészletnek és a tartalomnak esztétikailag illeszkednie kell egymáshoz.
3. A megvilágításnak érdekesnek kell lennie. Ez lehet például olyan háttérvilágítás vagy oldalvilágítás, amely drámai árnyékokat hoz létre, illetve esti fény vagy más kellemes megvilágítás – bármi, ami illik a fényképész által megálmodott teljes hatáshoz.

Milyen mértékben alkalmazhatók ezek a fogalmak a termográfiára?

A termográfiánál a témának is érdekesnek kell lennie. Másként fogalmazva, a célunk egy tárgy vagy annak állapotának ábrázolása. Az érzelmek nem szükségesek – a tények prioritást élveznek a hőképek esetében (feltételezve, hogy nem művészi projektekről van szó!). A mindennapi munka során fontos a hőminták világos ábrázolása, valamint a hőmérsékletmérések elősegítése.

A hőképnek megfelelő képrészlettel is rendelkeznie kell, továbbá megfelelő méretben és pozícióban kell megjelenítenie a tárgyat.

Külső megvilágítás nélkül sem látni, sem pedig fényképezni nem lehet, mivel amit a szemünkkel látunk vagy egy kamerával rögzítünk, az a visszavert fény. A termográfiában a kamera a kibocsátott és visszavert sugárzást is rögzíti. Ezáltal a tárgy és a körülvevő környezet által kibocsátott infravörös sugárzás kapcsolata és intenzitása is fontos. A kép fényessége és kontrasztja a megjelenített hőmérsékleti intervallum módosításával állítható be.

A fotográfia és a termográfia összehasonlítása összefoglalható egy táblázatban az alábbi kulcsszavak segítségével:

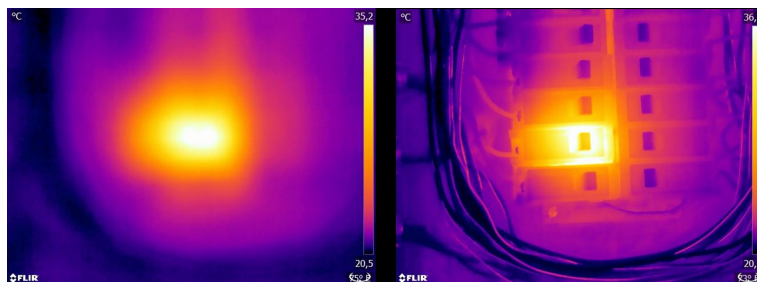
Fotográfia	Termográfia
Érdekes téma	A vizsgálati tárgy
„Történetet mesél el”	„Tényeket mutat be”
Esztétikailag megnyerő	Világos hőminták
Érzelmi	Tárgyilagos
Képrészlet	Képrészlet
Fókusz	Fókusz
Megvilágítás	Sugárzás és visszaverődés
Fényesség	Fényesség
Kontraszt	Kontraszt

Mint a fotográfia esetében, a termográfiában is számtalan lehetőség nyílik a képek szerkesztésére – feltéve, hogy azok radiometriai képekként vannak elmentve. Nem minden beállítás módosítható azonban, valamint nem minden képhiba javítható ki.

16.4 A három megváltoztathatatlan tényező – a jó kép alapja

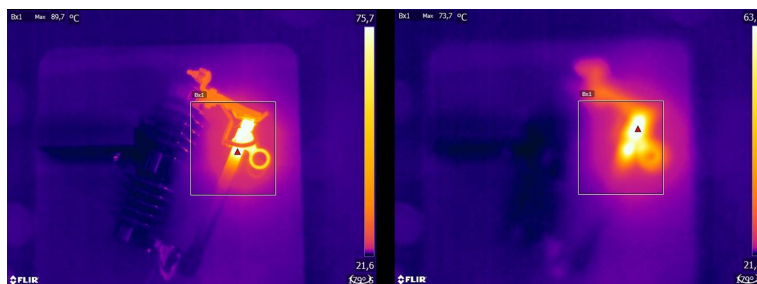
16.4.1 Fókusz

Egy professzionális hőkép mindig fókuszált és éles, a tárgynak és a hőmintának pedig tisztán láthatónak és könnyen felismerhetőnek kell lennie.



Ábra 16.1 Csak homályos „hőfoltok” láthatók a fókusz nélküli képen (bal oldalt). A fókuszált kép (jobb oldalt) világosan megmutatja, hogy melyik tárgy van megfigyelve, illetve hogy a tárgy hol meleg.

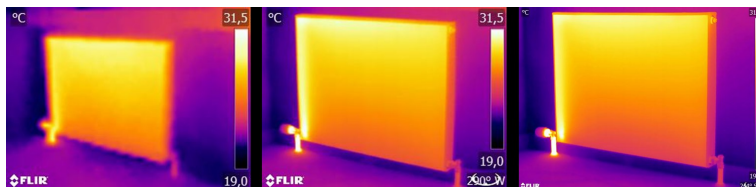
Egy homályos kép nemcsak nem tűnik szakszerűnek és nehezebbé teszi a tárgy és hibák azonosítását (lásd: Ábra 16.1), hanem mérési hibákhoz is vezethet (lásd: Ábra 16.2), ami minél kisebb a mérés tárgya, annál súlyosabb gond. Még ha az összes többi paraméter megfelelően is van megadva, a nem fókuszált hőkép mérési értékei nagy valószínűséggel helytelenek lesznek.



Ábra 16.2 Fókuszált hőkép (bal oldalt) $T_{\max} = 89,7\text{ °C}$ maximális hőmérséklettel, valamint egy fókusz nélküli hőkép (jobb oldalt) $T_{\max} = 73,7\text{ °C}$ maximális hőmérséklettel.

Természetesen az érzékelőmátrix mérete is szerepet játszik a kép minőségében. A kis méretű érzékelőkkel (azaz kevesebb képponttal) rendelkező kamerákkal készített képek homályosabbak vagy „szemcsésebbek”, valamint nem fókuszált érzetet keltenek (lásd: Ábra 16.3). Azt is meg kell jegyezni, hogy nem minden kamera képes fókuszálni, és

ebben az esetben a kamera fókuszálásának egyetlen módja a tárgytól való távolság megváltoztatása.



Ábra 16.3 Ugyanaz a radiátor ugyanabból a távolságból ugyanazon beállításokkal három különböző hő-kamerával fényképezve: FLIR C2 (bal oldalt), FLIR T440 (középen) és FLIR T640 (jobb oldalt).

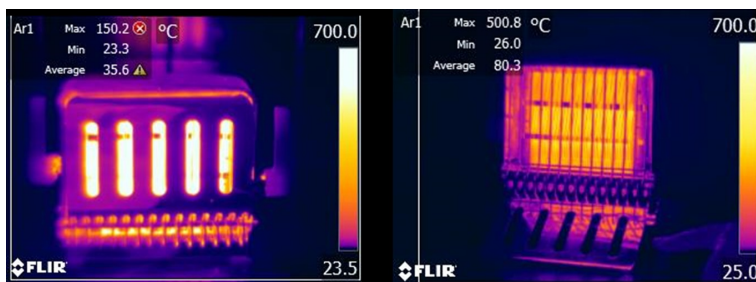
16.4.2 Hőmérséklet-tartomány

A kézi, nem hűtött mikrobolométer-kamerák esetében az „expozíció” a képkockánkénti sebesség által lényegében be van állítva. Ez azt jelenti, hogy nem lehet kiválasztani, hogy milyen hosszan – és milyen mennyiségben – érje sugárzás a kamera érzékelőjét. Emiatt megfelelő hőmérséklet-tartományt kell kiválasztani, amely igazodik a beeső sugárzás mennyiségéhez. Ha a kiválasztott hőmérséklet-tartomány túl alacsony, a kép túl-telített lesz, mivel a magasabb hőmérsékletű tárgyak nagyobb infravörös sugárzást bocsátanak ki, mint a hidegebb tárgyak. Ha túl magas hőmérséklet-tartományt választ ki, a hőkép „alullexponált” lesz, ahogyan az itt látható: Ábra 16.4.



Ábra 16.4 FLIR T440 kamerával készített képek –20 és +120 °C között (bal oldalt), 0 és +650 °C között (középen), valamint +250 és +1200 °C között (jobb oldalt). Az összes többi beállítás változatlan.

Egy kép vagy hőmérsékletmérés elkészítéséhez a kamerán elérhető lehetséges legalacsonyabb hőmérséklet-tartományt kell kiválasztani. Emellett a képnek a legmagasabb hőmérsékletet is tartalmaznia kell (lásd: Ábra 16.5).



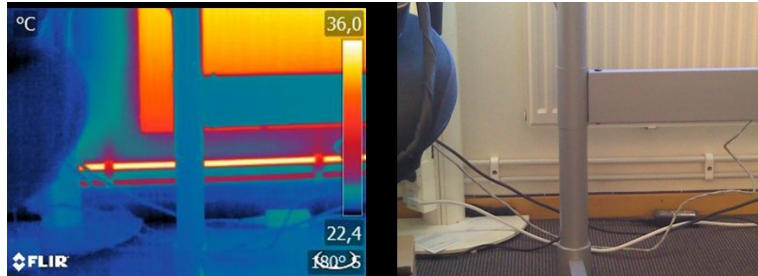
Ábra 16.5 Ugyanazon tárgy képe különböző hőmérséklet-tartományok esetén: –20 és 120 °C között (bal oldalt), valamint 0 és 650 °C között (jobb oldalt). A bal oldali kép hőmérséklete egy figyelmeztető jelzéssel látható (egy piros körben lévő fehér x), mivel a mért értékek a kalibrált tartományon kívülre esnek.

A kamera típusától és a konfigurációs beállításoktól függően a túlzott aktivitást és a kevés aktivitást mutató területek kontrasztszínekkel jelenhetnek meg.

16.4.3 Képrészlet és távolság a tárgytól

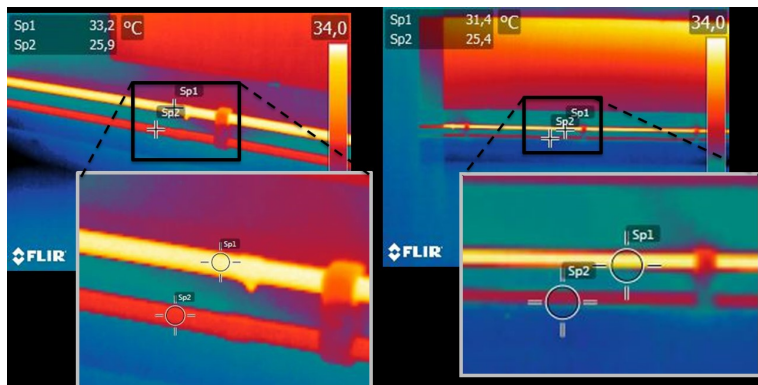
A fotográfiában alkalmazott megvilágítás a termográfiában a tárgy sugárzása és a körülvevő környezet által visszavert sugárzás egymással való kölcsönhatásának felel meg. Az utóbbi nem kívánt, mivel zavaró – vagy legalábbis egy folt – a visszatükröződések el kell kerülni. Ez a képfelvételhez megfelelő pozíció kiválasztásával érhető el. Ugyancsak tanácsos kiválasztani egy olyan pozíciót, ahonnan a vizsgált tárgy tisztán látható és nincs elrejtve. Noha ez nyilvánvalónak tűnik, az építőipari ágazatban – hogy egy példát

említsünk – gyakran találhatók olyan jelentések, ahol a vizsgálandó csövek vagy ablakok el vannak rejtve kanapék, szobanövények vagy függönyök mögé. A következő kép ezt a túlságosan gyakran előforduló helyzetet ábrázolja: Ábra 16.6.



Ábra 16.6 Egy megközelíthetetlen tárgy „termográfiai vizsgálata”.

Az is fontos, hogy a vizsgálati tárgy vagy annak érdekes területei tegyék ki az egész hőképet. Ez különösen igaz a kis méretű tárgyak hőmérsékletének mérésekor. A tárgynak teljesen ki kell töltenie a pontmérő eszközt annak érdekében, hogy helyes hőmérséklet-méréseket lehessen végrehajtani. Mivel a látómezőt és ezáltal a pontmérést a tárgytól való távolság és a kamera optikája határozza meg, ezekben a helyzetekben a tárgytól való távolságot csökkenteni kell (közelebb kell menni!), vagy teleobjektívet kell használni (lásd: Ábra 16.7).



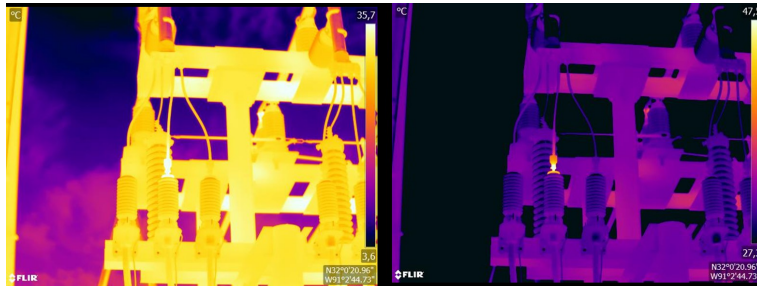
Ábra 16.7 Az előremenő és visszatérő vezetékek egy egylégterű irodában. A bal oldali kép 1 m-es távolságból lett készítve: a mérési pont ki van töltve és a hőmérsékletmérés helyes. A jobb oldali kép 3 m-es távolságból lett készítve: a mérési pont nincs teljesen kitöltve, a mért hőmérséklet értékei pedig helytelenek (31,4 és 24,4 °C a 33,2 és 25,9 °C helyett).

16.5 A módosítható tényezők – képtimalizálás és hőmérsékletmérés

16.5.1 Szint és táv

A megfelelő hőmérséklet-tartomány kiválasztását követően a megjelenített hőmérsékleti intervallumok módosításával beállíthatja a hőkép kontrasztját és fényességét. Manuális módban a színpalettán elérhető hamis színeket hozzárendelheti a vizsgált tárgy hőmérsékleteihez. Ezt az eljárást gyakran „hőérzékelési finomhangolás” néven emlegetik. Automatikus módban a kamera az aktuálisan megjelenített hőmérsékleti intervallum felső és alsó határértékeként kiválasztja a leghidegebb és legmelegebb látszólagos hőmérsékletet a képen.

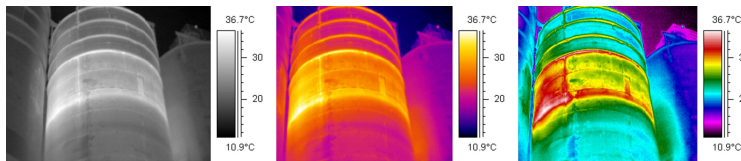
A hőkép jó vagy problémáspecifikus méretezése fontos lépése a kép értelmezésének – amit sajnálatos módon gyakran alábecsülnek (lásd: Ábra 16.8).



Ábra 16.8 Egy hőkép automatikus módban (bal oldalt) és manuális módban (jobb oldalt). A beállított hőmérsékleti intervallum növeli a kontrasztot a képen és tisztán láthatóvá teszi a hibákat.

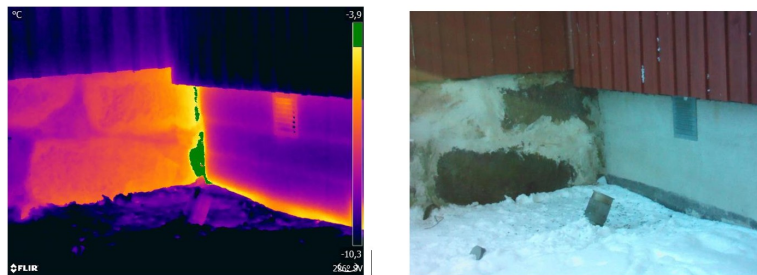
16.5.2 Színpaletták és izotermák

A színpaletták ugyanazon látszólagos hőmérsékletekkel rendelkező intervallumokat jelölik különböző színekkel segítségével. Másként fogalmazva, speciális sugárzásintenzitásokat alakítanak át egy adott színpalettára jellemző színekké. A gyakran használt színpaletták közé tartozik a szürke, a vas és a szivárvány színpaletta (lásd: Ábra 16.9). A szürkeárnyalatok különösen alkalmasak apró geometriai részletek felbontására, de kevésbé alkalmasak kis mértékű hőmérséklet-különbségek megjelenítésére. A vas színpaletta nagyon intuitív és könnyű megérteni azoknak is, akik nem rendelkeznek sok tapasztalattal a termográfiában. Megfelelő egyensúlyt biztosít a geometriai és hőfelbontás között. A szivárvány színpaletta színesebb és a világos és sötét színek között változik. Ez nagyobb kontraszthoz vezet, de a különböző felszínekkel vagy hőmérsékletekkel rendelkező tárgyak esetében zajos képet eredményezhet.



Ábra 16.9 Szürke, vas és szivárvány színpaletták (balról jobbra).

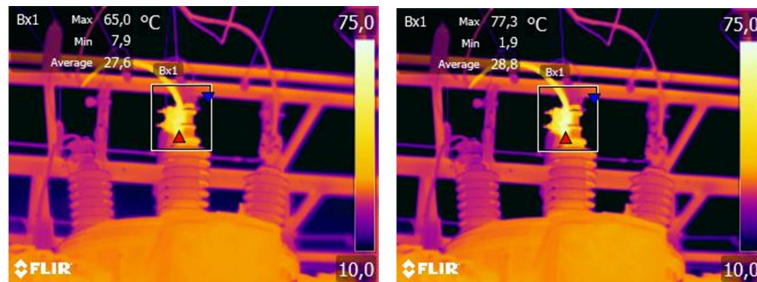
Az izoterma egy mérési funkció, amely ugyanazon látszólagos hőmérséklet adott intervallumát vagy a színpalettától eltérő színű sugárzásintenzitást jeleníti meg. Lehetővé teszi, hogy kiemelve a hőmérsékleti mintákat a képen (lásd: Ábra 16.10).



Ábra 16.10 Alapfal: kapcsolat az épület régi (a képen bal oldalt) és új (a képen jobb oldalt) részei között. Az izoterma kiemeli a levegőszivárgás területét.

16.5.3 Objektum paraméterei

Amint láthattuk, a hőképek megjelenése a termográfus technikájától és kiválasztott beállításaitól függ, továbbá az elmentett radiometriai képek kinézete szerkesztéssel módosítható. Emellett a hőmérsékletek kiszámításához releváns beállítások is módosíthatók. A gyakorlatban ez azt jelenti, hogy az emisszió és a visszavert látszólagos hőmérséklet visszamenőleg módosítható. Ha észrevette, hogy ezen paraméterek helytelenül lettek megadva, vagy szeretne több mérési pontot hozzáadni, a hőmérséklet mérési értékei a módosítások szerint kerülnek kiszámításra vagy újbóli kiszámításra (lásd: Ábra 16.11).



Ábra 16.11 Változás az emisszióban egy elmentett kép esetében. A maximális hőmérséklet 65,0 °C $\varepsilon = 0,95$ esetén (a bal oldali képen) és 77,3 °C $\varepsilon = 0,7$ esetén (a jobb oldali képen).

16.6 Képkészítés – praktikus tanácsok

Az alábbi lista praktikus tanácsokat tartalmaz. Vegye figyelembe azonban, hogy ez nem egy átfogó leírása a hőképkészítési eljárásnak.

- Ellenőrizze, hogy a kamera elmenti-e a radiometriai képeket.
- Válasszon egy megfelelő pozíciót, ahonnan a képeket fogja készíteni:
 - Figyelje meg a sugárzás körülményeit.
 - Ellenőrizze, hogy a tárgy tisztán látható-e, illetve hogy megfelelő méretben és helyzetben jelenik-e meg.
- Ha módosít az emisszió, figyelje meg a hőmérséklet-tartományt, és gondoskodjon róla, hogy az megfelelő maradjon.
- Fókusz.
- Használjon állványt a kamerarázkódás minimalizálására.
- Végezzen hőérzékelési finomhangolást.
- Jegyezze fel a tárgy leírását, a tárgy méretét, a tényleges távolságot, a környezeti körülményeket és a működési feltételeket.

Könnyebb a hőkép szerkesztése elmentett vagy „kimerevített” állapotban (az „előnézetben”). Emellett, mivel nem kell mindent a helyszínen elvégeznie, a képkészítést követően azonnal elhagyhatja a veszélyes területeket. Ha van rá lehetősége, a szükségesnél néhányal több képet készítsen – beleértve a különböző szögeket is. Jobb, mintha csak néhányat készítené! Később – pihenésképpen – majd kiválaszthatja a legjobbat.

16.7 Következtetés

A jó hőkép elkészítése nem igényel bűvészmutatványokat – csupán szilárd tudás és alapos munka kell hozzá. Az említett pontok közül számos elcsépeltnak tűnhet vagy nem számít újdonságnak, különösképpen az amatőr fotósok számára. Természetesen a megfelelő felszerelés megkönnyíti az éles képek készítését. A jobb – azaz a nagy felbontású – kameráknak köszönhetően még a kisebb rendellenességek is gyorsan megtalálhatók, és fókuszálási lehetőségek nélkül mindig nehéz éles képet készíteni. A kiváló minőségű kamerák sem biztosítanak garanciát a jó képek készítésére, ha helytelenül használják őket. A jó, professzionális munka alapja a termográfiai oktatás és képzés, más termográfusokkal való tapasztalatcsere, valamint – természetesen – a gyakorlati tapasztalat.

17.1 Bevezetés

A hőmérsékletmérés előfeltétele a hőkamera kalibrációja. A kalibráció kapcsolatot biztosít a bemeneti jel és a felhasználó által mérni kívánt fizikai mennyiség között. Ugyanakkor az elterjedt és gyakori használata ellenére a „kalibráció” szót gyakran félreértik és tévesen használják. A helyi és nemzeti eltérésekből, valamint a fordítással kapcsolatos problémákból további zűrzavar fakad.

A tisztázatlan terminológia kommunikációs nehézségeket és hibás fordításokat okozhat, majd ebből kifolyólag félreértésekből adódó helytelen mérésekhez, valamint a legrosszabb esetekben akár polgári perekhez is vezethet.

17.2 Meghatározás —mit jelent a kalibráció?

A Nemzetközi Súly- és Mértékügyi Hivatal¹⁶ a következőképpen határozza meg a *kalibrációt*¹⁷:

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.

A kalibráció különböző formátumokban határozható meg: lehet állítás, kalibrálási funkció, kalibrációs grafikon¹⁸, kalibrációs görbe¹⁹ vagy kalibrációs táblázat.

Gyakran már magát az első lépést úgy értelmezik, illetve úgy utalnak rá, mint magára a „kalibrációra”. Ugyanakkor ez nem (minden esetben) elégséges.

Ha egy hőkamera kalibrálási eljárására gondolunk, az első lépés létrehozza a kibocsátott sugárzás (a mennyiségi érték) és az elektromos kimeneti jel (a kijelzés) közötti kapcsolatot. A kalibrálás ezen első lépésének része a homogén (vagy egyenletes) válasz megállapítása, ha a kamerát egy nagyobb méretű sugárzási forrás elé helyezzük.

Mivel ismerjük a sugárzást kibocsátó forrás hőmérsékletét, a második lépésben a megállapított kimeneti jelet (a kijelzést) a referenciaforrás hőmérsékletéhez (a mérési eredményhez) lehet viszonyítani. A második lépés magában foglalja az eltolódásmérést és a kompenzációt.

Helyesen mondva: a hőkamerák kalibrációja szigorúan véve nem hőmérsékletben fejezhető ki. A hőkamerák az infravörös sugárzásra érzékenyek: ebből kifolyólag elsőként egy sugárzási összefüggést, majd ezt követően a sugárzás és a hőmérséklet közötti kapcsolatot kell megállapítani. A nem a kutatási-fejlesztési területen tevékenykedő ügyfelek által használt bolométer-kamerák esetében a sugárzás nem kerül kijelzésre; a készülék csak a hőmérsékletet biztosítja.

17.3 Kamerakalibráció a FLIR Systems vállalatnál

Kalibráció nélkül az infravörös kamera nem lenne képes sem a sugárzás, sem a hőmérséklet mérésére. A FLIR Systems vállalatnál a nem hűtött, mérési funkcióval ellátott mikrobolométer-kamerák kalibrációját mind a gyártás, mind a szervizelés során elvégezzük. A fotondetektorral felszerelt, hűtött kamerák kalibrációját gyakran a felhasználó végzi el speciális szoftver használatával. Az ilyen típusú szoftverrel elméletileg a mindennapos,

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

17. <http://jcgim.bipm.org/vim/en/2.39.html> [Retrieved 2017-01-31.]

18. <http://jcgim.bipm.org/vim/en/4.30.html> [Retrieved 2017-01-31.]

19. <http://jcgim.bipm.org/vim/en/4.31.html> [Retrieved 2017-01-31.]

kézi hőkamerák kalibrációját is el tudná végezni a felhasználó. Ugyanakkor mivel ez a szoftver nem alkalmas jelentéskészítési célokra, a legtöbb felhasználó nem rendelkezik vele. A kizárólag képrögzítésre szolgáló, mérést nem végző készülékek esetében nincs szükség hőmérséklet-kalibrációra. Bizonyos esetekben ez a kamerákkal kapcsolatos szóhasználatban is tükröződik, amikor termográfiai kamerák helyett infravörös képérzékelő vagy hőkamerákról beszélünk, ahol az utóbbi kifejezés jelöli a mérésre szolgáló készülékeket.

A rendszer matematikai függvényekkel kifejezett kalibrációs görbék formájában tárolja a kalibrációs adatokat, függetlenül attól, hogy a kalibrációt a FLIR Systems vagy a felhasználó végzi-e el. Mivel a sugárzás intenzitása mind a hőmérséklettel, mind a tárgy és a kamera közötti távolsággal változik, a különböző hőmérsékleti tartományokra és cserélhető lencsékre vonatkozóan különböző görbék jönnek létre.

17.4 A felhasználó által és a közvetlenül a FLIR Systems vállalatnál elvégzett kalibráció közötti különbség

Először is, a FLIR Systems által használt referenciaforrások maguk is kalibrálva vannak és eredeztethetők. Ez azt jelenti, hogy minden olyan FLIR Systems létesítményben, ahol kalibrációt végeznek, a forrásokat független nemzeti hatóság felügyeli. Ennek igazolására szolgál a kamerakalibrációs tanúsítvány. Ez azt igazolja, hogy nem csupán elvégezte a kalibrációt a FLIR Systems, hanem hogy a kalibráció maga kalibrált referenciaakkal történt. Bizonyos felhasználók rendelkeznek akkreditált referenciaforrásokkal, vagy hozzáférésük van ilyenekhez, de az ilyen felhasználók száma kevés.

Másodszor: műszaki különbség áll fenn közöttük. Felhasználói kalibráció elvégzése esetén az eredmény gyakran (de nem mindig) nincsen eltolódás szempontjából kompenzálva. Ez azt jelenti, hogy az értékek nem veszik figyelembe a kijelzett értékeknek a kamera belső hőmérsékletének változásaiból adódó lehetséges változását. Ez nagyobb mértékű bizonytalansághoz vezet. Az eltolódáskompensáció klimatizált kamrákban rögzített adatokat használ fel. A FLIR Systems összes kamrája eltolódás szempontjából kompenzálva van, amikor először kiszállítják az ügyfél számára, illetve amikor ismételt kalibrációt végez rajtuk a FLIR Systems szervizrészele.

17.5 Kalibráció, hitelesítés és beállítás

Gyakori hibás elgondolás az, hogy a *kalibrációt* összekeverik a *hitelesítéssel* vagy a *beállítással*. A kalibráció valójában előfeltétele a *hitelesítésnek*, amely megerősítést biztosít arról, hogy a készülék megfelel a meghatározott előírásoknak. A hitelesítés objektív bizonyítékot szolgáltat arról, hogy egy adott termék megfelel a meghatározott előírásoknak. A hitelesítés megszerzéséhez megméri a kalibrált és eredeztethető referenciaforrások meghatározott hőmérsékleteit (kibocsátott sugárzásait). A mérési eredményeket, az eltérést is beleértve, feljegyzik egy táblázatban. A hitelesítési tanúsítvány igazolja, hogy ezen mérési eredmények megfelelnek a meghatározott előírásoknak. Bizonyos esetekben a vállalatok és szervezetek „kalibrációs tanúsítvány” néven bocsátják rendelkezésre és piacra ezt a tanúsítványt.

A megfelelő hitelesítés – valamint ennek kiterjesztéseként a kalibráció és/vagy ismételt kalibráció – csak akkor végezhető el, ha tiszteletben tartanak egy érvényesített protokollt. A folyamat jóval több annál, hogy a kamerát fekete testek elé helyezik, és ellenőrzik, hogy a kamera által kijelzett értékek (például a hőmérséklet) megfelel-e az eredeti kalibrációs táblázatnak. Gyakran elfelejtik azt, hogy a kamera nem a hőmérsékletet, hanem a sugárzást érzékeli. Továbbá, hogy a kamera *képalkotó* rendszer, és nem csupán egyszerű érzékelő. Ebből kifolyólag ha a sugárzás „gyűjtését” lehetővé tevő optikai konfiguráció nem megfelelő vagy helytelenül van beállítva, akkor a „hitelesítés” (vagy kalibráció vagy ismételt kalibráció) értéktelen.

Például biztosítani kell, hogy a fekete test és a kamera közötti távolság, valamint a fekete test üregének átmérője úgy legyen kiválasztva, hogy csökkentse a szórt sugárzást és a forrás méretéből adódó hatást.

Összefoglalva: a hitelesített protokollnak a *sugárzásra vonatkozó* fizikai törvényeknek is meg kell felelnie, nem csak a hőmérsékletre vonatkozóknak.

A kalibráció emellett előfeltétele a *beállításnak* is, amely egy mérőrendszeren elvégzett műveletek összességét jelenti, oly módon, hogy a rendszer a mérni kívánt, adott mennyiségi értékeknek megfelelő, előírt kijelzéseket biztosítson, amelyeket jellemzően mérési szabványokból szereznek be. Egyszerűbben szólva: a beállítás olyan módosítást jelent, amely a műszaki jellemzőiken belül helyes méréseket biztosító műszereket eredményez. Hétköznapi nyelven mérőműszerekre vonatkozóan széles körben használják a „kalibráció” kifejezést a „beállítás” helyett.

17.6 Különbözőségkorrekció

Amikor a hőkamera a „Kalibrálás...” feliratot jeleníti meg, akkor az egyes detektorelemek (pixelek) eltéréseinek megfelelő módosítást végez. A termográfiában ezt „különbözőségkorrekciónak” (non-uniformity correction, NUC) nevezzük. Ez eltolódásfrissítést jelent, és az erősítés változatlan marad.

Az EN 16714-3 jelű, Non-destructive Testing—Thermographic Testing—Part 3: Terms and Definitions, (Roncsolásmentes anyagvizsgálat - Termográfiai vizsgálat - 3. rész: Szakkifejezések és definíciók) című európai szabvány szerint egy NUC „olyan képkorrekció, amelyet a kamera szoftvere végez el, hogy kiegyenlítse az érzékelő elemek különböző szintű érzékenységet és az egyéb optikai és geometriai zavarokat”.

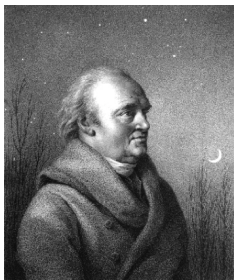
Az NUC (az eltolódásfrissítés) során a készülék zárat (belső zászlót) helyez az optikai útba, és az összes érzékelő elemet ugyanolyan mértékű, a zárból eredő sugárzás ér. Eből adódóan ideális esetben ugyanazt a kimeneti jelet kell biztosítaniuk. Ugyanakkor mindegyik külön elem saját választ biztosít, ezért a kimeneti érték nem egységes. Ezt az ideális eredménytől való eltérést számítja ki a rendszer és használja fel matematikai módon képkorrekcióhoz, amely lényegében a megjelenített sugárzási jel korrekciója. Bizonyos kamerákban nem található belső zászló. Ebben az esetben az eltolódásfrissítést manuálisan, speciális szoftver és külső, egységes sugárforrás használatával kell elvégezni.

NUC-t például indításkor szoktak elvégezni, mérési tartomány módosításakor, vagy ha változik a környezeti hőmérséklet. Emellett bizonyos kamerák lehetővé teszik, hogy a felhasználó manuális módon indítsa el. Ez akkor bizonyul hasznosnak, ha a felhasználónak kritikus fontosságú mérést kell végeznie a lehető legkevesebb képzavarral.

17.7 Hőkép beállítása (hőérzékelési finomhangolás)

Néhányan a „képkalibrálás” kifejezést használják arra, amikor bizonyos részletek kiemelése érdekében módosítják a hőkontrasztot és a fényerőt. Ezen művelet során a hőmérsékleti tartomány oly módon van beállítva, hogy minden rendelkezésre álló szín csak (vagy főként) a vizsgált régióban lévő hőmérsékletek megjelenítésére szolgál. A helyes kifejezés erre a módosításra a „hőkép beállítása” vagy a „hőérzékelési finomhangolás”, illetve bizonyos nyelvek esetében a „hőkép-optimalizálás”. Ennek elvégzéséhez a készüléknek manuális módban kell lennie, mert ellenkező esetben a kamera automatikusan az adott helyszín leghidegebb és legmelegebb hőmérsékletére fogja beállítani a megjelenített hőmérsékleti tartomány alsó és felső határértékét.

Az 1800-as évek előtt még nem is sejtették az elektromágneses spektrum infravörös tartományának létezését. Az infravörös spektrum, vagy egyszerűen 'az infravörös' eredeti jelentősége ma talán kevésbé nyilvánvaló, mint abban az időben, amikor Herschel 1800-ban felfedezte.



Ábra 18.1 Sir William Herschel (1738–1822)

A felfedezés véletlenül történt, egy új optikai anyag keresése közben. Sir William Herschel – III. György angol király csillagásza, aki már híres volt az Uránusz bolygó felfedezéséről – egy optikai szűrőt keresett a Nap megfigyeléséhez használt távcsövekbe a Nap fényerejének csökkentéséhez. A hasonló mértékű fényerőcsökkentést biztosító színezettüvegek különböző mintáinak tesztelése közben érdekes módon azt találta, hogy egyes minták a Nap hőjének csak kis részét engedték át, míg mások annyi hőt bocsátottak át, hogy már néhány másodpercnyi megfigyelés után a szemsérülés kockázata állt fenn.

Herschel hamar meggyőződött arról, hogy szisztematikus kísérletre van szükség, amelynek célja egyetlen olyan anyag megtalálása, amely biztosítja a kívánt fényerőcsökkentést, emellett maximálisan csökkenti a hőt. A kísérletet valójában Newton prizmás kísérletének megismétlésével kezdte, azonban a spektrum vizuális intenzitáseloszlása helyett a melegítő hatást vizsgálta. Először tintával elfekettítette az érzékeny higany-üveg hőmérőt, majd ezzel a sugárzásérzékelővel vizsgálta a spektrumban található különböző színek melegítő hatását az asztal tetején, a nap sugarát egy üvegprizmán átengedve. A nap sugarain kívül eső többi hőmérő ellenőrzésként szolgált.

Ahogy az elfekettített hőmérőt lassan végigmozgatta a spektrum színein, a leolvasott hőmérséklet folyamatos emelkedést mutatott az ibolya színű végponttól a vörös végpont felé haladva. Ez nem volt teljesen váratlan, miután az olasz kutató, Landriani 1777-ben egy hasonló kísérlet során ugyanezt a hatást tapasztalta. Ugyanakkor Herschel volt az, aki először felismerte, hogy kell lennie egy olyan pontnak, ahol a melegítő hatás eléri a maximális értéket. A spektrum látható részére korlátozódó mérésekkel nem sikerült ezt a pontot megtalálni.



Ábra 18.2 Marsilio Landriani (1746–1815)

A hőmérő vörös színén túli sötét régióba történő mozgatásával Herschel megerősítette, hogy a melegítő hatás tovább nőtt. Amikor megtalálta a maximum pontot, az jóval túl volt a vörös oldali végponton – ahogy ma ismerjük 'az infravörös hullámhossz tartományában'.

Amikor Herschel közzétette felfedezését, az elektromágneses spektrum ezen új részét 'termometria spektrumként' említette. Magát a sugárzást időnként 'sötét hőnek' vagy egyszerűen 'láthatatlan sugaraknak' nevezte. Ironikus módon, és a köztudattal ellentétben, nem Herschel volt az, aki az 'infravörös' kifejezést bevezette. Ez a szó nyomtatásban körülbelül 75 évvel később jelent meg, és máig tisztázatlan, hogy kihez köthető.

Az, hogy Herscheleredeti kísérletében üveget használt prizmaként, némi korai vitához vezetett a kortársaival az infravörös hullámhossz tényleges létezését illetően. Különböző kutatók, akik az ő munkáját próbálták ellenőrizni, válogatás nélkül különböző típusú üvegeket használtak, amelyek különböző módon voltak átlátszóak az infravörös sugarak számára. Herschel későbbi kísérletei nyomán tisztában volt az üveg újonnan felfedezett termikus sugárzással szembeni korlátozott mértékű átlátszóságával, és arra a következtetésre kellett jutnia, hogy az infravörös sugarakhoz használandó optikákban valószínűleg kizárólag reflexiós elemek (vagyis sík és görbe tükrök) alkalmazhatók. Ez szerencsére csak 1830-ig bizonyult igaznak, amikor az olasz kutató Melloni nagyszerű felfedezést tett, miszerint a természetben előforduló kősó (NaCl) – amely kellően nagy méretű természetes kristályok formájában fordult elő lencsék és prizmák készítéséhez – feltűnően átlátszó az infravörös sugarak számára. Ennek eredményeként a kősó vált az infravörös sugarak fő optikai anyagává, és az elkövetkező száz évben ez így is maradt, amíg az 1930-as években ki nem fejlődött a szintetikus kristálynövesztés.



Ábra 18.3 Macedonio Melloni (1798–1854)

A hőmérőknek mint sugárérzékelőknek 1829-ig nem lett versenytársuk, ekkor azonban Nobili feltalálta a hőelemet. (Herschel saját hőmérője $0,2^{\circ}\text{C}$ pontosságú volt, a későbbi típusok pedig $0,05^{\circ}\text{C}$ pontosságúak). Ekkor áttörés következett be: Melloni több hőelemet sorba kapcsolt, létrehozva ezzel az első hőelemoszlopot. Az új eszköz legalább 40-szer érzékenyebb volt az akkori legjobb hőmérőnél, és képes volt egy 3 méterre álló ember hőjét érzékelni.

Az első úgynevezett 'hőkép' először 1840-ben vált lehetővé Sir John Herschel, az infravörös sugarak felfedezője és híres csillagász fia munkája nyomán. Egy vékony olajréteg rá fókuszált hő hatására történő differenciált párolgása alapján a hőkép a visszavert fény által vált láthatóvá, amelynek során az olaj interferencia hatása által láthatóvá tette a képet a szem számára. Sir John képes volt a hőkép papíron történő kezdetleges rögzítésére is, amelyet 'termográfának' nevezett.



Ábra 18.4 Samuel P. Langley (1834–1906)

Az infravörös érzékelők érzékenysége lassan fejlődött. Egy másik nagyobb áttörés Langley-nek és 1880-ban a bolométer feltalálásának volt köszönhető. Ez egy vékony, feketített platínacsíkból állt, amely egy Wheatstone-híd egyik ágához csatlakozott, majd erre a hídáramkörre volt az infravörös sugárzás fókuszálva, és erre reagált az érzékeny galvanométer. A műszer állítólag 400 méterről képes volt egy tehén hőjét érzékelni.

Egy angol tudós, Sir James Dewar, először vezette be folyékony gázok (például -196°C hőmérsékletű folyékony nitrogén) hűtőközegként való használatát az alacsony hőmérséklettel kapcsolatos kutatásban. 1892-ben feltalált egy egyedülálló vákuumszigetelésű tárolót, amelyben napokig lehetett folyékony gázokat tárolni. A közönséges „termoszüveg”, amelyet hideg italok tárolására használunk, az ő találmányán alapul.

1900 és 1920 között a világ feltalálói „felfedezték” az infravörös sugárzást. Számos szabadalom született emberek, tüzéségek, repülőgépek, hajók – sőt még jéghegyek érzékelésére is. Az első, modern értelemben működő rendszerek az 1914–18 közötti háborúban kezdtek fejlődni, amikor mindkét oldal kutatásait az infravörös sugarak katonai kiaknázásának szentelték. Ezekben a programokban szerepeltek kísérleti rendszerek az ellenség behatolásának érzékelésére, a távoli hőérzékelésre, a biztonságos kommunikációra és „repülő torpedó” irányítására. Az ebben az időszakban tesztelt infravörös keresőrendszer 1,5 km-ről (0.94 miles) képes volt érzékelni egy közeledő repülőgépet, egy embert pedig 300 méterről.

Az addigi legérzékenyebb rendszerek mind a bolométer ötletének változatain alapultak, de a két háború közötti időszak során két forradalmian új infravörös érzékelőt fejlesztettek ki: a képátalakítót és a fotodetektort. A képátalakító először a katonai alkalmazással összefüggésben kapta a legnagyobb figyelmet, mivel a történelem során először lehetővé tette a megfigyelő számára, hogy szó szerint 'lásson a sötétben'. A képátalakító érzékenysége ugyanakkor a közeli infravörös sugarakra korlátozódott, és a legérdekesebb katonai célpontokat infravörös keresősugarakkal kellett megvilágítani. Mivel ez magában foglalta a megfigyelő által elfoglalt helyzet elárulásának kockázatát a hasonlóan felszerelt ellenséges megfigyelő számára, a katonai érdeklődés érthető módon alábbhagyott.

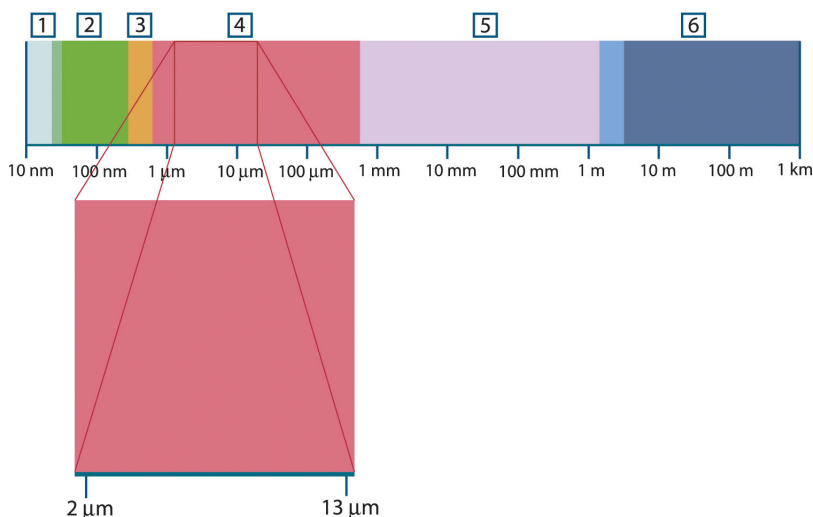
Az úgynevezett 'aktív' (vagyis keresősugaras) termikus képalkotó rendszerek katonai hátrányai lökést adtak az 1939–45 közötti háború utáni, kiterjedt, titkos katonai infravörös-kutatási programok számára, lehetővé téve a 'passzív' (keresősugár nélküli), különösen érzékeny fotodetektor köré épült rendszerek fejlesztését. Ebben az időszakban a katonai titokvédelmi rendelkezések teljesen megakadályozták az infravörös képalkotási technológia állapotának közzétételét. A titkosságot csak az 1950-es évek közepén oldották fel, és azóta a megfelelő termikus képalkotó eszközök a tudomány és az ipar számára is elérhetővé váltak.

19.1 Bevezetés

Az infravörös kamerát használók között még mindig sokan vannak azok, akik kevésbé járatosak az infravörös sugárzás és az azzal kapcsolatos termográfia technikájának területén. Ez a fejezet bemutatja a termográfia elméletét.

19.2 Az elektromágneses spektrum

Az elektromágneses spektrum a sugárzás létrehozására és érzékelésére használt módszerektől függően több tetszőleges hullámhossz-tartományra, más néven *sávra* osztható. Az elektromágneses spektrum különböző sávjain belüli sugárzás között nincs lényeges különbség. Ugyanazok a törvényszerűségek érvényesek minden sávra, és az egyetlen különbséget a hullámhossz eltérései jelentik.



Ábra 19.1 Az elektromágneses spektrum. 1: röntgensugár; 2: UV; 3: látható; 4: infravörös; 5: mikrohullámok; 6: rádióhullámok.

A termográfia az infravörös spektrumsávot használja fel. A tartomány rövid hullámhosszúságú végén a határ a mélyvörös tartományban már a vizuális érzékelés határát súrolja. A hosszú hullámhosszúságú végén pedig összeolvad a milliméter-tartományba eső mikrohullámú rádió-hullámhosszakkal.

Az infravörös sávot gyakran tovább osztják négy kisebb sávra, melyek határai szintén tetszőlegesen megválaszthatók. Ezek a következők: a *közei infravörös* (0,75–3 μm), a *közepes infravörös* (3–6 μm), a *távoli infravörös* (6–15 μm) és a *szélsőséges infravörös* (15–100 μm). Bár a hullámhosszak μm (mikrométer) mértékegységben vannak megadva, más mértékegységek is gyakran használatosak az ebbe a spektrumtartományba eső hullámhossz mérésére, pl. a nanométer (nm) és az Ångström (Å).

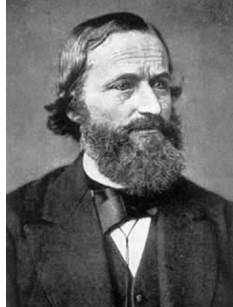
Összefüggések a különböző hullámhossz-mértékegységek között:

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

19.3 Fekete test sugárzása

A fekete test definíció szerint olyan tárgy, amely minden ráeső sugárzást elnyel, függetlenül annak hullámhosszától. A tárgyak által kibocsátott sugárzás esetén látszólagosan téves *fekete* megnevezésre Kirchhoff fontos törvénye nyújt magyarázatot (lásd *Gustav*

Robert Kirchhoff, 1824–1887), mely kimondja, hogy egy test sugárzáselnyelő képessége arányos a sugárzáskibocsátó képességével.



Ábra 19.2 Gustav Robert Kirchhoff (1824–1887)

A feketetest-sugárforrás szerkezete elvben nagyon egyszerű. Egy átlátszatlan, sugárzást elnyelő anyagból készült testben kialakított, izotermikus üreg nyílásán kilépő sugárzás jellemzői csaknem pontosan megegyeznek egy fekete test tulajdonságaival. A tökéletes sugárzást elnyelő test szerkezete a gyakorlatban egy olyan dobozzal valósítható meg, amelyből csak az egyik oldalán kialakított nyíláson léphet ki a fény. Az üregbe belépő sugárzás szétszóródik, majd többszörösen visszaverődve elnyelődik, így csupán végtelenül kicsi mennyisége tud távozni. A nyílással létrehozott feketeség megközelítően egyenlő a fekete testével, és szinte tökéletes valamennyi hullámhosszhoz.

Az ilyen izotermikus üreget és a megfelelő sugárzást kibocsátó testet együttesen *üregsugárzó*nak nevezzük. Az egyenletes hőmérsékletre felfűtött izotermikus üreg feketetest-sugárzást eredményez, melynek jellemzőit kizárólag az üreg hőmérséklete határozza meg. Általában ilyen üregsugárzókat használnak standard referencia hőmérsékletet adó sugárforrásként a termográfiai műszerek, például a FLIR Systems kameráinak kalibrálását végző laboratóriumokban.

Ha a feketetest-sugárzás hőmérséklete meghaladja a $525\text{ }^{\circ}\text{C}$ hőmérsékletet, a sugárzás forrása fokozatosan láthatóvá válik, így a továbbiakban nem látszik feketének. A sugárzó által kibocsátott hő kezdetben vörös színben jelenik meg, majd ahogy a hőmérséklet tovább emelkedik, a színe narancsszínűre vagy sárgára változik. Egy tárgy úgynevezett *színhőmérséklete* valójában olyan hőmérsékletként definiálható, amelyre a fekete testet fel kellene melegíteni, hogy a sugárzásának a fénybenyomása megegyezzen a figyelembe vett fényforrásával.

Tekintsünk át a fekete test által kibocsátott sugárzást leíró három összefüggést:

19.3.1 Planck-törvény



Ábra 19.3 Max Planck (1858–1947)

Max Planck (1858–1947) a következő képlettel írta le a fekete test sugárzásának spektrális eloszlását:

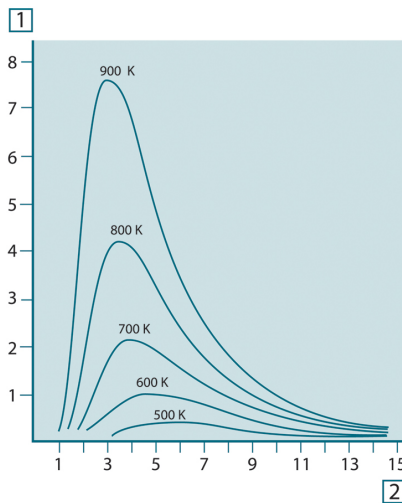
$$W_{\lambda b} = \frac{2\pi hc^2}{\lambda^5 \left(e^{\frac{hc}{\lambda kT}} - 1 \right)} \times 10^{-6} [\text{Watt} / \text{m}^2, \mu\text{m}]$$

ahol:

$W_{\lambda b}$	A fekete test spektrális fajlagos kisugárzása λ hullámhosszon.
c	Fénysebesség = 3×10^8 m/s
h	Planck-féle állandó = $6,6 \times 10^{-34}$ Joule sec.
k	Boltzmann-féle állandó = $1,4 \times 10^{-23}$ Joule/K.
T	Fekete test abszolút hőmérséklete (K).
λ	Hullámhossz (μm).

Megjegyzés 10^{-6} szorzótényező használatos, mivel a görbéken a spektrális sugárzás mértékegysége $\text{Watt}/\text{m}^2, \mu\text{m}$.

Planck képletét különböző hőmérsékleteken grafikusán megjelenítve egy görbesereget kapunk. Egy adott Planck-görbét követve a spektrális sugárzás értéke $\lambda = 0$ esetén nulla, majd gyorsan növekedni kezd, míg eléri maximumértékét λ_{max} hullámhossznál, végül túlhaladva azon, nagyon nagy hullámhosszaknál ismét a nulla értékhez közelít. Minél magasabb a hőmérséklet, annál rövidebb hullámhosszon éri el a görbe a maximumát.



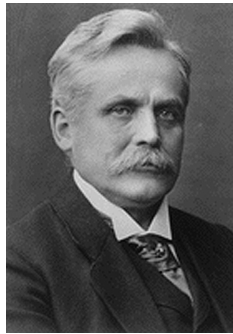
Ábra 19.4 fekete test spektrális fajlagos kisugárzása Planck törvénye alapján, különböző abszolút hőmérsékleteken ábrázolva. 1: Spektrális fajlagos kisugárzás ($\text{W}/\text{cm}^2 \times 10^3(\mu\text{m})$); 2: Hullámhossz (μm)

19.3.2 Wien eltolódási törvénye

Planck képletét λ szerint deriválva, majd a maximumot meghatározva a következőt kapjuk:

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

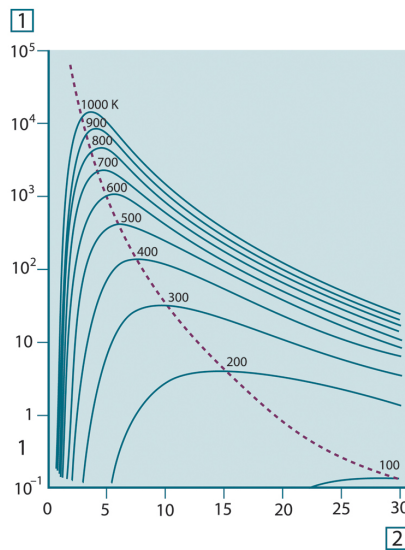
Ez Wien törvénye (lásd *Wilhelm Wien*, 1864–1928), amely matematikailag fejezi ki azt az általános megfigyelést, hogy a sugárzást kibocsátó test hőmérsékletének növekedésével megjelenő színek vörösről idővel narancssárgára, majd sárgára változnak. A szín hullámhossza megegyezik λ_{max} számított értékével. Adott fekete test hőmérsékletére λ_{max} értéke jó megközelítéssel meghatározható a $3\,000/T \mu\text{m}$ arany szabály alkalmazásával. Így például egy nagyon forró csillag, mondjuk a Szíriusz (11 000 K), amely kékesfehér fényt bocsát ki, a láthatatlan ultraibolya spektrumon belüli spektrális fajlagos kisugárzás csúcserősségével, $0,27 \mu\text{m}$ -en sugároz.



Ábra 19.5 Wilhelm Wien (1864–1928)

A nap (kb. 6 000 K) sárga fényt bocsát ki, amely kb. 0,5 μm hullámhosszon veszi fel spektrális fajlagos kisugárzásának maximumát, a látható fény spektrumának közepén.

Szobahőmérsékleten (300 K) a fajlagos kisugárzás maximuma 9,7 μm a távoli infravörös tartományban, míg a folyékony nitrogén hőmérsékletén (77 K) az úgyszólván elhanyagolható fajlagos kisugárzás mértékének maximuma 38 μm , a szélsőséges infravörös tartományban jelenik meg.



Ábra 19.6 Planck-féle görbék 100 K és 1000 K közötti féllogaritmikus ábrázolással. A pontozott vonal a maximális fajlagos kisugárzás helyét mutatja a Wien eltolódási törvényében leírt hőmérsékleteken. 1: Spektrális fajlagos kisugárzás ($\text{W}/\text{cm}^2 (\mu\text{m})$); 2: Hullámhossz (μm).

19.3.3 Stefan-Boltzmann törvény

Planck képletét $\lambda = 0$ -tól $\lambda = \infty$ -ig integrálva megkapjuk egy fekete test teljes fajlagos kisugárzását (W_b):

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

Ez a Stefan-Boltzmann képlet (lásd: *Josef Stefan*, 1835–1893; *Ludwig Boltzmann*, 1844–1906), amely kimondja, hogy a fekete test által egységnyi idő alatt kisugárzott teljes energia a test abszolút hőmérsékletének negyedik hatványával arányos. A grafikonon W_b egy adott hőmérséklet esetében a Planck-görbe alatti területet jelöli. Kimutatható, hogy a fajlagos kisugárzás a $\lambda = 0$ és λ_{max} közötti intervallumban csupán a teljes kisugárzás 25%-a, ami nagyjából a nap látható fény spektrumon belüli kisugárzásának felel meg.



Ábra 19.7 Josef Stefan (1835–1893) és Ludwig Boltzmann (1844–1906)

Stefan-Boltzmann képletét az emberi test által kisugárzott energia kiszámítására felhasználva 300 K hőmérsékletet és kb. 2 m² külső testfelületet alapul véve 1 kW értéket kapunk. Ez az energiaveszteség hosszú távon nem volna lehetséges, ha nem arra szolgálta, hogy kiegyenlítse a testünk hőmérsékletétől jelentősen nem eltérő környezeti hőmérsékleten a környező felületekről, illetve ruházatunkból érkező, és testünk által elnyelt sugárzást.

19.3.4 Nem fekete test sugárzók

Az eddigiekben a fekete test sugárzókról és a fekete test sugárzásról volt szó. Azonban a valós tárgyak nagyobb hullámhossz-tartományon belül szinte soha nem igazodnak a fent említett törvényekhez – habár bizonyos spektrális intervallumokban megközelíthetik a fekete testek viselkedését. Így például egy bizonyos fajtájú fehér festék látszólag tökéletesen *fehének* tűnhet a fény látható spektrumában, viszont jól kivehetően *szürkének* látszhat kb. 2 μm-en, 3 μm felett pedig már szinte *fekete*.

Három folyamat akadályozhatja meg, hogy a valós tárgy a fekete testhez hasonlóan viselkedjen: a beeső α sugárzás bizonyos hányadának elnyelése, ρ hányadának visszaverése, és τ hányadának áteresztése. Mivel ezek a tényezők többé-kevésbé a hullámhossztól függenek, λ index jelzi, hogy értékük a spektrum függvényében határozható meg. Így:

- α_λ spektrális abszorpció = egy tárgy által elnyelt spektrális fajlagos energia aránya a ráeső sugárzáshoz viszonyítva.
- ρ_λ spektrális visszaverődés = egy tárgy által visszavert spektrális fajlagos energia aránya a ráeső sugárzáshoz viszonyítva.
- τ_λ spektrális áteresztés = egy tárgy által áteresztett spektrális fajlagos energia aránya a ráeső sugárzáshoz viszonyítva.

E három tényező értékét mindig összegezni kell bármely hullámhossz egészére viszonyítva, amiből a következő összefüggést kapjuk:

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

Átlátszatlan anyagok esetén $\tau_\lambda = 0$, és az összefüggés a következők szerint egyszerűsíthető:

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

Egy másik tényező, a fajlagos emisszió szükséges egy tárgy által meghatározott hőmérsékleten alkotott fekete test fajlagos kisugárzása ε hányadának meghatározásához. Ebből a következő definíciót kapjuk:

ε_λ spektrális fajlagos emisszió = egy tárgy által kisugárzott spektrális fajlagos energia és egy fekete test által azonos hőmérsékleten és hullámhosszon kisugárzott spektrális fajlagos energia hányadosa.

Matematikailag ez a tárgy spektrális fajlagos kisugárzásának és a fekete test spektrális fajlagos kisugárzásának arányaként írható le:

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

Általánosságban elmondható, hogy háromféle sugárforrás létezik, melyeket aszerint különböztethetünk meg, miképpen változik spektrális fajlagos kisugárzásuk a hullámhossz függvényében.

- Fekete test, ahol $\varepsilon_\lambda = \varepsilon = 1$
- Szürke test, ahol $\varepsilon_\lambda = \varepsilon = 1$ -nél kisebb állandó
- Szelektív sugárzó, ahol ε a hullámhosszal változik

Kirchhoff törvénye szerint minden anyagra igaz, hogy egy test spektrális fajlagos emisszióképessége és spektrális abszorpcióképessége bármely meghatározott hőmérsékleten és hullámhosszon egyenlő. Azaz:

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

A fentiek alapján átlátszatlan anyag esetén (mivel $\alpha_\lambda + \rho_\lambda = 1$):

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

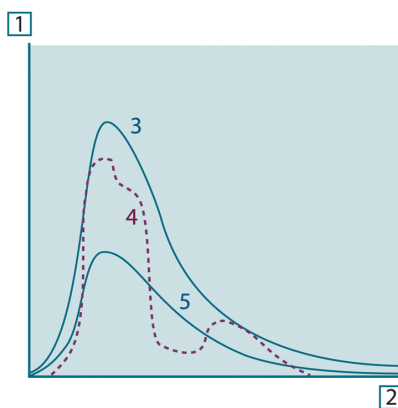
Magas fokon polírozott anyagok esetén ε_λ értéke nullához közelít, így tökéletes fényviszszaverő anyag (pl. tökéletes tükör) esetén:

$$\rho_\lambda = 1$$

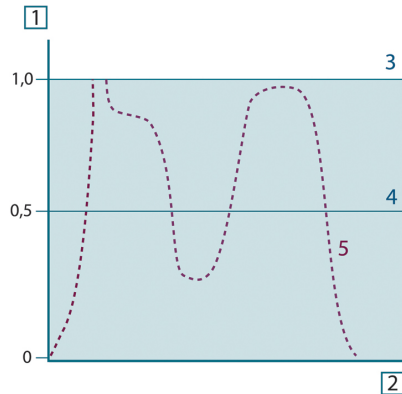
Szürketest-sugárzó esetén a Stefan-Boltzmann képlet:

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

Amely kimondja, hogy egy szürke test által kisugárzott teljes energia megegyezik egy fekete test által azonos hőmérsékleten kisugárzott energiának a szürke test ε értékével arányosan csökkentett értékével.



Ábra 19.8 Háromfajta sugárzó spektrális fajlagos emissziója. 1: Spektrális fajlagos kisugárzás; 2: Hullámhossz; 3: Fekete test; 4: Szelektív sugárzó; 5: Szürke test.



Ábra 19.9 Háromfajta sugárzó spektrális fajlagos emissziója. 1: Spektrális fajlagos emisszió; 2: Hullámhossz; 3: Fekete test; 4: Szürke test; 5: Szelektív sugárzó.

19.4 Infravörös félig átlátszó anyagok

Vegyünk egy nem fémes, félig átlátszó testet – mondjuk egy műanyagból készült vastag, sima lapot. A lap melegítésekor a térfogatán belül keletkező sugárzás utat keres magának a külső felületek felé az anyagon belül, ahol részben elnyelődik. Ezen kívül a felülethez érve bizonyos hányada visszaverődik az anyag belseje felé. A visszavert sugárzás egy része ismét elnyelődik, bizonyos hányada azonban eléri a túlsó felületet, amelyen keresztül legnagyobb része távozik, egy része viszont ismét visszaverődik. Habár az egymást követő visszaverődések egyre gyengébbé válnak, valamennyiüket összegezni kell, ha a lap teljes fajlagos emisszióját keressük. Az eredményül kapott geometriai sorozat összegzésével meghatározható a félig átlátszó lap tényleges fajlagos emissziója:

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

Ha a lap átlátszatlan, a fenti képletet az alábbi egyszerű képlet váltja fel:

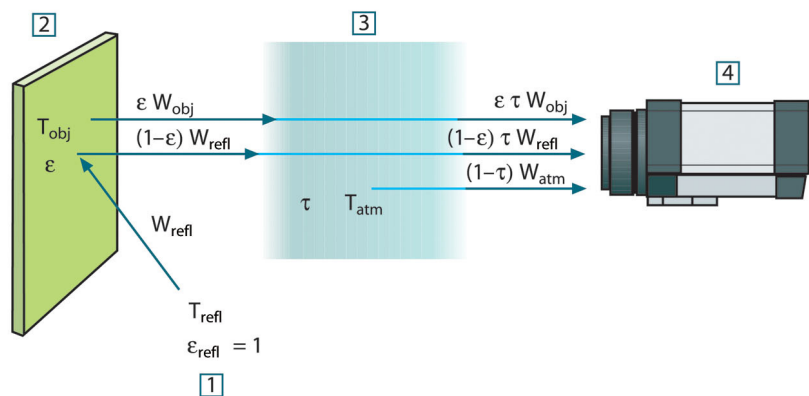
$$\epsilon_{\lambda} = 1 - \rho_{\lambda}$$

Az utolsó összefüggés rendkívül kényelmes, mivel a fajlagos emisszió közvetlen mérése helyett gyakran elegendő megmérni a visszaverődést.

Mint korábban már említettük, tárgy megtekintésekor a kamera nem csak magából a tárgyból származó sugárzást érzékeli. Összegyűjti a környezetből származó és a tárgy felületéről visszaverődő sugárzást is. A kétféle sugárzást némileg csillapítja a mérés útvonalában lévő légköri atmoszféra. Mindehhez harmadikként hozzájön még magának a légköri atmoszférának a sugárzása.

Az eddigiekben bemutatott és az alábbi ábrán illusztrált mérési helyzet valóságban tükrözi a tényleges helyzetet. A figyelmen kívül hagyott tényezők közül megemlíthető például a napsugárzásból származó légköri fényszóródás, vagy a látómezőn kívül eső forrásokból származó intenzív sugárzás. Az ilyen zavaró hatások mennyisége nehezen határozható meg, azonban ezek szerencsére többnyire elég kicsik, ezért figyelmen kívül hagyhatók. Amennyiben mégsem lennének elhanyagolhatók, akkor a mérési konfigurációból adódóan valószínűleg nyilvánvaló a zavaró hatás, legalábbis a képzett szem számára. Ilyenkor a kamera kezelője köteles megváltoztatni a mérési helyzetet úgy, hogy a zavar elkerülhető legyen, például a nézetirány megváltoztatásával, az intenzív sugárforrások árnyékolásával, stb.

A fent leírtak alapján a következő ábrából levezethető a képlet, mellyel a kamera kalibrált kimeneti értékéből kiszámítható a tárgy hőmérséklete.



Ábra 20.1 Átlagos termográfiai mérési helyzet vázlatos bemutatása. 1: Környezet; 2: Tárgy; 3: Atmoszféra; 4: Kamera

Tegyük fel, hogy a fekete testből származó és a kamera által észlelt W hőmérsékletű T_{source} sugárzási energia rövid távolságon a kamera U_{source} kimeneti jelét generálja, amely egyenesen arányos a bemeneti energiával (lineáris kamera). Ebben az esetben (1. egyenlet):

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

vagy egyszerűsítve:

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

ahol C állandó.

Ha a forrás ϵ fajlagos kisugárzású szürketest, akkor a fogadott sugárzás ebből adódóan ϵW_{source} .

Ebből már meghatározható a háromféle érzékelt sugárzási energia:

1. *Tárgy emissziója* $= \epsilon \tau W_{obj}$, ahol ϵ a fajlagos kisugárzás és τ az atmoszféra hővezető képessége. A tárgy hőmérséklete T_{obj} .

2. *Környezeti forrásból származó fajlagos emisszió* $= (1 - \varepsilon)\tau W_{\text{refl}}$, ahol $(1 - \varepsilon)$ a tárgy reflexiós tényezője. A környezeti forrás hőmérséklete T_{refl} .

Az előzőekben feltételeztük, hogy a T_{refl} hőmérséklet a tárgy felületén található pontból kiinduló félgömbön belül minden sugárzó forrás esetén azonos. Természetesen ez bizonyos esetekben a valós helyzet leegyszerűsítése. Azonban erre az egyszerűsítésre szükség van ahhoz, hogy használható képletet kapjunk, és a T_{refl} értékére – legalábbis elméletben – megadható az összetett környezet tényleges hőmérsékletének megfelelő érték.

Megjegyzendő, hogy a környezet fajlagos kisugárzására is $= 1$ értéket feltételeztünk. Ennek helyességét Kirchhoff törvényére alapozzuk: Minden felület elnyeli azokat a sugárzásokat, amelyeket ő maga is kibocsátani képes. Így a fajlagos kisugárzás $= 1$. (Megjegyzendő, hogy a legújabb elgondolások szerint a tárgy körüli teljes gömböt figyelembe kell venni.)

3. *Atmoszféra fajlagos emissziója* $= (1 - \tau)\tau W_{\text{atm}}$, ahol $(1 - \tau)$ az atmoszféra fajlagos emissziója. Az atmoszféra hőmérséklete T_{atm} .

Ebből meghatározható az összes fogadott sugárzási energia (2 egyenlet):

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

Szorozzuk meg mindkét értéket az 1. egyenlet C állandójával, és helyettesítsük be a CW szorzatokat ugyanennek az egyenletnek a megfelelő U értékével, így a következőket kapjuk eredményül (3. egyenlet):

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

A 3. egyenletet megoldva megkapjuk U_{obj} értékét (4. egyenlet):

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

Minden FLIR Systems termográfiai berendezés ezt az általános mérési képletet használja. A képletben szereplő feszültségértékek:

Táblázat 20.1 Feszültségértékek

U_{obj}	Kamera számított kimeneti feszültsége T_{obj} hőmérsékletű fekete test esetén, vagyis a tárgy keresett valós hőmérsékletére közvetlenül átszámítható feszültség.
U_{tot}	A kamerának a konkrét esetben mért kimeneti feszültsége.
U_{refl}	Kamera elméleti kimeneti feszültsége T_{refl} fekete test esetén, a kalibrációnak megfelelően.
U_{atm}	Kamera elméleti kimeneti feszültsége T_{atm} fekete test esetén, a kalibrációnak megfelelően.

A kezelőnek egy sor paraméterértéket meg kell adnia a számításhoz. Ezek a következők:

- a tárgy fajlagos kisugárzása ε ,
- a relatív páratartalom,
- T_{atm}
- tárgy távolsága (D_{obj})
- tárgy környezetének (tényleges) hőmérséklete vagy a visszavert környezeti hőmérséklet T_{refl} , és
- az atmoszféra hőmérséklete T_{atm}

Ez a feladat néha komoly akadályokat jelenthet a kezelő számára, mivel rendszerint nem könnyű meghatározni a konkrét esetben a pontos fajlagos kisugárzást és az atmoszféra hővezető képességét. A két hőmérséklet általában kevesebb gondot okoz, ha a környezetben nincsenek nagyméretű, intenzív sugárforrások.

Ebben az összefüggésben természetesen felmerül a kérdés, hogy mennyire fontos a fenti paraméterek valós értékének az ismerete? Lehet, hogy mégis célszerű már most foglalkozni ezzel a problémával, különböző mérési eseteket megvizsgálva, és a háromféle sugárzás viszonylagos nagyságrendjét összehasonlítva. Ebből már következtetni lehet arra, mikor és mely paraméterek helyes értékének használatára van szükség.

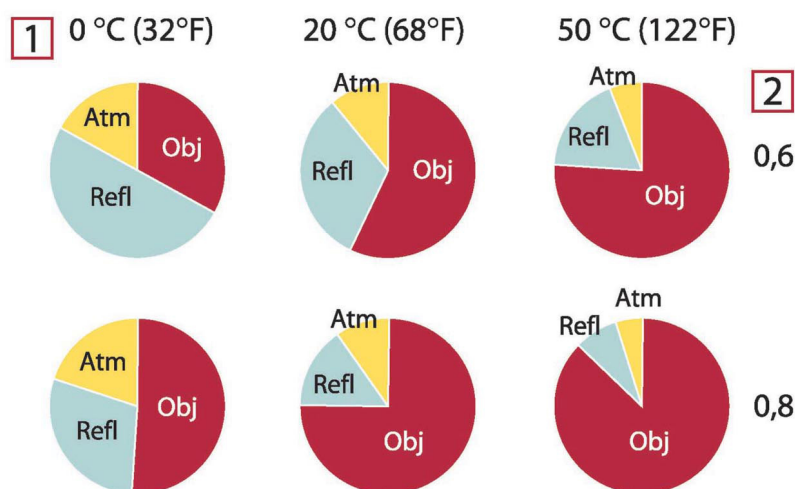
Az alábbi ábrák a háromféle sugárzás viszonylagos nagyságrendjét mutatják három különböző tárgy hőmérséklet, kétféle fajlagos kisugárzás és két spektrumtartomány mellett: Ezek a RH és az HH. A fennmaradó paraméterek állandó értékei:

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

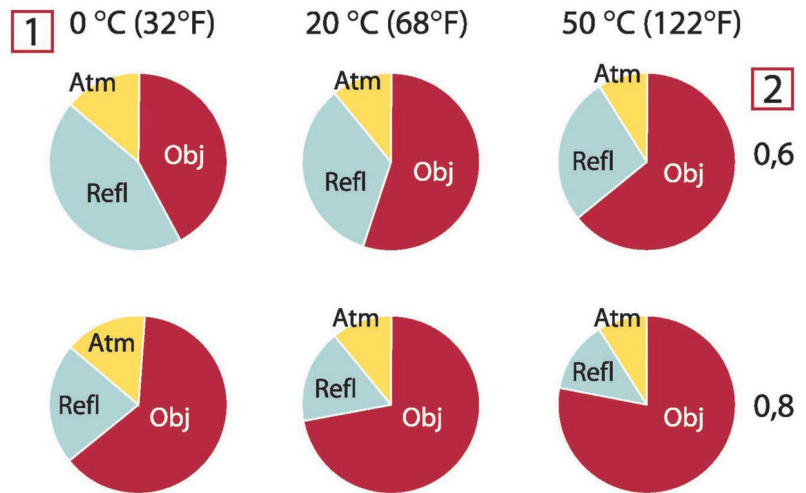
Az alacsony tárgy hőmérsékletek mérése nyilvánvalóan kritikusabb, mint a magas hőmérsékleteké, mivel a 'zavaró' sugárforrások sokkal erősebbek, mint az első esetben. Ha ezen kívül a tárgy fajlagos kisugárzása is alacsony, még ennél is bonyolultabb a helyzet.

Végezetül arra a kérdésre kell választ találnunk, hogy megengedhető-e a kalibrációs görbe használata a legmagasabb kalibrációs pont felett, amit extrapolálásnak nevezünk. Tételezzünk fel, hogy egy adott mérésnél $U_{\text{tot}} = 4,5\text{ V}$. A kamera legmagasabb kalibrációs pontja $4,1\text{ V}$ nagyságú volt, amely értéket a kezelő nem ismeri. Így tulajdonképpen a kalibrációs görbe extrapolálását hajtjuk végre a $4,5\text{ V}$ hőmérsékletre való átszámításával, még akkor is, ha a tárgy fekete test volt, vagyis $U_{\text{obj}} = U_{\text{tot}}$.

Feltételezzük most, hogy a tárgy nem fekete, fajlagos kisugárzása $0,75$ és hogy hővezető képessége $0,92$. Feltételezzük azt is, hogy a 4. egyenlet két második értékének összege $0,5\text{ V}$. Az U_{obj} 4. egyenlettel kiszámított értéke ebben az esetben $U_{\text{obj}} = 4,5 / 0,75 / 0,92 - 0,5 = 6,0$. Ez igencsak szélsőséges extrapolálás, különös tekintettel arra, hogy a videoerősítő 5 V -ra korlátozhatja a kimeneti feszültséget! Azonban megjegyzendő, hogy a kalibrációs görbe alkalmazása elméleti folyamat, ahol nem léteznek elektronikai vagy egyéb korlátozások. Abból indulunk ki, hogy ha a kamerára nem lennének érvényben jelkorlátozások, és ha jóval 5 V alá lenne kalibrálva, akkor az eredményül kapott görbe nagyon hasonló lenne a $4,1\text{ V}$ -ra extrapolált valós görbéhez, feltéve, hogy a kalibrálási algoritmus a sugárzás fizikáján alapult, ahogyan a FLIR Systems algoritmus esetében. Természetesen az ilyen extrapolálásoknak határt kell szabni.



Ábra 20.2 A sugárzási források viszonylagos nagyságrendjei változó mérési feltételek esetén (SW kamera). 1: Tárgyhőmérséklet; 2: Fajlagos kisugárzás; Obj: Tárgy sugárzása; Repl: Visszavert sugárzás; Atm: Légkör sugárzása. Állandó paraméterek: $\tau = 0,88$; $T_{\text{refl}} = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$; $T_{\text{atm}} = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$.



Ábra 20.3 A sugárzási források viszonylagos nagyságrendjei változó mérési feltételek esetén (LW kamera). 1: Tárgyhőmérséklet; 2: Fajlagos kisugárzás; Obj: Tárgy sugárzása; Refl: Visszavert sugárzás; Atm: Légkör sugárzása. Állandó paraméterek: $\tau = 0,88$; $T_{\text{refl}} = 20 \text{ °C}$; $T_{\text{atm}} = 20 \text{ °C}$.

Ez a szakasz az infravörös szakirodalomból, valamint a FLIR Systems által végzett mérésekből származó fajlagos emissziók összeállítását mutatja be.

21.1 Referenciák

1. Mikaél A. Bramson: *Infrared Radiation, A Handbook for Applications*, Plenum press, N.Y.
2. William L. Wolfe, George J. Zissis: *The Infrared Handbook*, Office of Naval Research, Department of Navy, Washington, D.C.
3. Madding, R. P.: *Thermographic Instruments and systems*. Madison, Wisconsin: University of Wisconsin – Extension, Department of Engineering and Applied Science.
4. William L. Wolfe: *Handbook of Military Infrared Technology*, Office of Naval Research, Department of Navy, Washington, D.C.
5. Jones, Smith, Probert: *External thermography of buildings...*, Proc. of the Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers, vol.110, Industrial and Civil Applications of Infrared Technology, June 1977 London.
6. Paljak, Pettersson: *Thermography of Buildings*, Swedish Building Research Institute, Stockholm 1972.
7. Vlcek, J: *Determination of emissivity with imaging radiometers and some emissivities at $\lambda = 5 \mu\text{m}$* . Photogrammetric Engineering and Remote Sensing.
8. Kern: *Evaluation of infrared emission of clouds and ground as measured by weather satellites*, Defence Documentation Center, AD 617 417.
9. Öhman, Claes: *Emittansmätningar med AGEMA E-Box*. Teknisk rapport, AGEMA 1999. (Emittance measurements using AGEMA E-Box. Technical report, AGEMA 1999.)
10. Mattei, S., Tang-Kwor, E: *Emissivity measurements for Nextel Velvet coating 811-21 between -36°C AND 82°C* .
11. Lohrengel & Todtenhaupt (1996)
12. ITC Technical publication 32.
13. ITC Technical publication 29.
14. Schuster, Norbert and Kolobrodov, Valentin G. *Infrarotthermographie*. Berlin: Wiley-VCH, 2000.

Megjegyzés Az alábbi táblázatban közölt emissziós értékeket rövidhullámú (RH) kamerával rögzítették. Kérjük, tekintse az értékeket ajánlásoknak, és körültekintően használja őket.

21.2 Táblázatok

Táblázat 21.1 T: Teljes spektrum; RH: 2–5 μm ; HH: 8–14 μm , Lamb-hullám: 6,5–20 μm ; 1: Anyag; 2: Specifikáció; 3: Hőmérséklet $^{\circ}\text{C}$ -ban; 4: Spektrum; 5: Fajlagos emisszió; 6: Referencia

1	2	3	4	5	6
3M type 35	Vinil szigetelőszalag (több színben)	< 80	HH	$\approx 0,96$	13
3M type 88	Fekete vinil szigetelőszalag	< 105	HH	$\approx 0,96$	13
3M type 88	Fekete vinil szigetelőszalag	< 105	MW	< 0,96	13
3M type Super 33 +	Fekete vinil szigetelőszalag	< 80	HH	$\approx 0,96$	13
Ablaküveg (üszta-tott üveg)	nem bevont	20	HH	0,97	14
Agyag	égetett	70	T	0,91	1
Alumínium	cserzett, erősen	17	RH	0,83-0,94	5
Alumínium	eloxált lemez	100	T	0,55	2

Táblázat 21.1 T: Teljes spektrum; RH: 2–5 µm; HH: 8–14 µm, Lamb-hullám: 6,5–20 µm; 1: Anyag; 2: Specifikáció; 3: Hőmérséklet °C-ban; 4: Spektrum; 5: Fajlagos emisszió; 6: Referencia (folytatás)

1	2	3	4	5	6
Alumínium	eloxált, fekete, matt	70	RH	0,67	9
Alumínium	eloxált, fekete, matt	70	HH	0,95	9
Alumínium	eloxált, világosz-szürke, matt	70	RH	0,61	9
Alumínium	eloxált, világosz-szürke, matt	70	HH	0,97	9
Alumínium	fólia	27	10 µm	0,04	3
Alumínium	fólia	27	3 µm	0,09	3
Alumínium	HNO ₃ -ba mártott, lap	100	T	0,05	4
Alumínium	lemez, 4 darab eltérő karcolású minta	70	RH	0,05-0,08	9
Alumínium	lemez, 4 darab eltérő karcolású minta	70	HH	0,03-0,06	9
Alumínium	oxidált, erősen	50-500	T	0,2-0,3	1
Alumínium	polírozott	50–100	T	0,04-0,06	1
Alumínium	polírozott lap	100	T	0,05	4
Alumínium	polírozott, lemez	100	T	0,05	2
Alumínium	vákuumban felhordott	20	T	0,04	2
Alumínium	átvételtori állapotban, lap	100	T	0,09	4
Alumínium	átvételtori állapotban, lemez	100	T	0,09	2
Alumínium	érdes felület	20-50	T	0,06-0,07	1
Alumínium	érdesített	27	10 µm	0,18	3
Alumínium	érdesített	27	3 µm	0,28	3
Alumínium	öntvény, fúvatással tisztított	70	RH	0,47	9
Alumínium	öntvény, fúvatással tisztított	70	HH	0,46	9
Alumínium-bronz		20	T	0,60	1
Alumínium-hidroxid	por		T	0,28	1
Alumínium-oxid	aktivált, por		T	0,46	1
Alumínium-oxid	tiszta, por (alumina)		T	0,16	1
Arany	polírozott	130	T	0,018	1
Arany	polírozott, erősen	100	T	0,02	2
Arany	polírozott, finoman	200-600	T	0,02-0,03	1
Aszfalt burkolat		4	Lamb-hullám	0,967	8
Azbeszt	padlólap	35	RH	0,94	7
Azbeszt	pala	20	T	0,96	1
Azbeszt	papír	40-400	T	0,93-0,95	1

Táblázat 21.1 T: Teljes spektrum; RH: 2–5 µm; HH: 8–14 µm, Lamb-hullám: 6,5–20 µm; 1: Anyag; 2: Specifikáció; 3: Hőmérséklet °C-ban; 4: Spektrum; 5: Fajlagos emisszió; 6: Referencia (folytatás)

1	2	3	4	5	6
Azbeszt	por		T	0,40-0,60	1
Azbeszt	szövet		T	0,78	1
Azbeszt	tábla	20	T	0,96	1
Beton		20	T	0,92	2
Beton	közlekedő	5	Lamb-hullám	0,974	8
Beton	száraz	36	RH	0,95	7
Beton	érdes	17	RH	0,97	5
Bronz	foszfor-bronz	70	RH	0,08	9
Bronz	foszfor-bronz	70	HH	0,06	9
Bronz	polírozott	50	T	0,1	1
Bronz	por		T	0,76-0,80	1
Bronz	porózus, érdes	50-150	T	0,55	1
Bőr	cserzett		T	0,75-0,80	1
Bőr	emberi	32	T	0,98	2
Cink	400°C-on oxidált	400	T	0,11	1
Cink	lemez	50	T	0,20	1
Cink	oxidált felület	1000-1200	T	0,50-0,60	1
Cink	polírozott	200-300	T	0,04-0,05	1
Cserép	mázás	17	RH	0,94	5
Ebonit			T	0,89	1
Ezüst	polírozott	100	T	0,03	2
Ezüst	tiszta, polírozott	200-600	T	0,02-0,03	1
Fa		17	RH	0,98	5
Fa		19	Lamb-hullám	0,962	8
Fa	darált		T	0,5-0,7	1
Fa	fehér, matt	20	T	0,7-0,8	1
Fa	fényő, 4 különböző minta	70	RH	0,67-0,75	9
Fa	fényő, 4 különböző minta	70	HH	0,81-0,89	9
Fa	gyalult	20	T	0,8-0,9	1
Fa	gyalult tölgy	20	T	0,90	2
Fa	gyalult tölgy	70	RH	0,77	9
Fa	gyalult tölgy	70	HH	0,88	9
Fa	lemezelt tábla, kezeletlen	20	RH	0,83	6
Fa	lemezelt tábla, sima, száraz	36	RH	0,82	7
Faforgácslemez	kezeletlen	20	RH	0,90	6
Festék	8 különböző színben és minőségben	70	RH	0,88-0,96	9

Táblázat 21.1 T: Teljes spektrum; RH: 2–5 µm; HH: 8–14 µm, Lamb-hullám: 6,5–20 µm; 1: Anyag; 2: Specifikáció; 3: Hőmérséklet °C-ban; 4: Spektrum; 5: Fajlagos emisszió; 6: Referencia (folytatás)

1	2	3	4	5	6
Festék	8 különböző színben és minőségben	70	HH	0,92-0,94	9
Festék	Alumínium, különböző korú	50–100	T	0,27-0,67	1
Festék	kadmiumsárga		T	0,28-0,33	1
Festék	kobaltkék		T	0,7-0,8	1
Festék	krómzöld		T	0,65-0,70	1
Festék	olaj	17	RH	0,87	5
Festék	olaj, fekete fényes	20	RH	0,92	6
Festék	olaj, fekete sima	20	RH	0,94	6
Festék	olaj, különböző színekben	100	T	0,92-0,96	1
Festék	olaj, szürke fényes	20	RH	0,96	6
Festék	olaj, szürke sima	20	RH	0,97	6
Festék	olajalapú, átlagosan 16 színű	100	T	0,94	2
Festék	plasztikus, fehér	20	RH	0,84	6
Festék	plasztikus, fekete	20	RH	0,95	6
Gipsz		20	T	0,8-0,9	1
Gránit	polírozott	20	Lamb-hullám	0,849	8
Gránit	érdes	21	Lamb-hullám	0,879	8
Gránit	érdes, 4 különböző minta	70	RH	0,95-0,97	9
Gránit	érdes, 4 különböző minta	70	HH	0,77-0,87	9
Gumi	kemény	20	T	0,95	1
Gumi	puha, szürke, érdes	20	T	0,95	1
Habarcs		17	RH	0,87	5
Habarcs	száraz	36	RH	0,94	7
Homok			T	0,60	1
Homok		20	T	0,90	2
Homokkő	polírozott	19	Lamb-hullám	0,909	8
Homokkő	érdes	19	Lamb-hullám	0,935	8
Horganyzott vas	erősen oxidált	70	RH	0,64	9
Horganyzott vas	erősen oxidált	70	HH	0,85	9
Horganyzott vas	lemez	92	T	0,07	4
Horganyzott vas	lemez, fényesített	30	T	0,23	1
Horganyzott vas	lemez, oxidált	20	T	0,28	1
Hó: Lásd víz					
Jég: Lásd víz					
Korund	durva szemcséjű	80	T	0,85	1

Táblázat 21.1 T: Teljes spektrum; RH: 2–5 µm; HH: 8–14 µm, Lamb-hullám: 6,5–20 µm; 1: Anyag; 2: Specifikáció; 3: Hőmérséklet °C-ban; 4: Spektrum; 5: Fajlagos emisszió; 6: Referencia (folytatás)

1	2	3	4	5	6
Krylon Ultra-sima fekete 1602	Sima fekete	Szobahőmérséklet: max. 175	HH	≈ 0,96	12
Krylon Ultra-sima fekete 1602	Sima fekete	Szobahőmérséklet: max. 175	MW	≈ 0,97	12
Króm-nikkel	hengerelt	700	T	0,25	1
Króm-nikkel	homokfúvott	700	T	0,70	1
Króm-nikkel	huzal, oxidált	50-500	T	0,95-0,98	1
Króm-nikkel	huzal, tiszta	50	T	0,65	1
Króm-nikkel	huzal, tiszta	500-1000	T	0,71-0,79	1
Krómium	polírozott	50	T	0,10	1
Krómium	polírozott	500-1000	T	0,28-0,38	1
Kátrány			T	0,79-0,84	1
Kátrány	papír	20	T	0,91-0,93	1
Lakk	3 színben alumíniumra permetezve	70	RH	0,50-0,53	9
Lakk	3 színben alumíniumra permetezve	70	HH	0,92-0,94	9
Lakk	Alumínium érdes felületen	20	T	0,4	1
Lakk	bakelit	80	T	0,83	1
Lakk	fehér	100	T	0,92	2
Lakk	fehér	40–100	T	0,8-0,95	1
Lakk	fe fekete, csillogó, vasra permetezve	20	T	0,87	1
Lakk	fe fekete, matt	100	T	0,97	2
Lakk	fe fekete, matt	40–100	T	0,96-0,98	1
Lakk	hóálló	100	T	0,92	1
Lakk	sima	20	RH	0,93	6
Lakk	tölgyparketta padlón	70	RH	0,90	9
Lakk	tölgyparketta padlón	70	HH	0,90-0,93	9
Magnézium		22	T	0,07	4
Magnézium		260	T	0,13	4
Magnézium		538	T	0,18	4
Magnézium	polírozott	20	T	0,07	2
Magnéziumpor			T	0,86	1
Molibdénium		1500-2200	T	0,19-0,26	1
Molibdénium		600-1000	T	0,08-0,13	1
Molibdénium	szál	700-2500	T	0,1-0,3	1
Mész			T	0,3-0,4	1
Műanyag	poliuretán szigetelőlemez	70	HH	0,55	9
Műanyag	poliuretán szigetelőlemez	70	RH	0,29	9

Táblázat 21.1 T: Teljes spektrum; RH: 2–5 µm; HH: 8–14 µm, Lamb-hullám: 6,5–20 µm; 1: Anyag; 2: Specifikáció; 3: Hőmérséklet °C-ban; 4: Spektrum; 5: Fajlagos emisszió; 6: Referencia (folytatás)

1	2	3	4	5	6
Műanyag	PVC, műpadló, matt, strukturált	70	RH	0,94	9
Műanyag	PVC, műpadló, matt, strukturált	70	HH	0,93	9
Műanyag	üvegszálalaminát (nyomtatott áramkörtábla)	70	RH	0,94	9
Műanyag	üvegszálalaminát (nyomtatott áramkörtábla)	70	HH	0,91	9
Nextel Velvet 811-21, fekete	Sima fekete	-60-150	HH	> 0,97	10 és 11
Nikkel	600°C hőmérsékleten oxidált	200-600	T	0,37-0,48	1
Nikkel	elektrolitikus	22	T	0,04	4
Nikkel	elektrolitikus	260	T	0,07	4
Nikkel	elektrolitikus	38	T	0,06	4
Nikkel	elektrolitikus	538	T	0,10	4
Nikkel	fényes matt	122	T	0,041	4
Nikkel	galvanizált vason, nem polírozott	20	T	0,11-0,40	1
Nikkel	galvanizált vason, nem polírozott	22	T	0,11	4
Nikkel	galvanizált vason, polírozott	22	T	0,045	4
Nikkel	galvanizált, polírozott	20	T	0,05	2
Nikkel	huzal	200-1000	T	0,1-0,2	1
Nikkel	kereskedelmi forgalomban kapható tiszta, polírozott	100	T	0,045	1
Nikkel	kereskedelmi forgalomban kapható tiszta, polírozott	200-400	T	0,07-0,09	1
Nikkel	oxidált	1227	T	0,85	4
Nikkel	oxidált	200	T	0,37	2
Nikkel	oxidált	227	T	0,37	4
Nikkel	polírozott	122	T	0,045	4
Nikkel-oxid		1000-1250	T	0,75-0,86	1
Nikkel-oxid		500-650	T	0,52-0,59	1
Olaj, kenő-	0,025 mm-es film	20	T	0,27	2
Olaj, kenő-	0,050 mm-es film	20	T	0,46	2
Olaj, kenő-	0,125 mm-es film	20	T	0,72	2
Olaj, kenő-	Ni-bázisú film: csak Ni-bázis	20	T	0,05	2
Olaj, kenő-	vastag bevonat	20	T	0,82	2
Papír	4 különböző színben	70	RH	0,68-0,74	9
Papír	4 különböző színben	70	HH	0,92-0,94	9

Táblázat 21.1 T: Teljes spektrum; RH: 2–5 µm; HH: 8–14 µm, Lamb-hullám: 6,5–20 µm; 1: Anyag; 2: Specifikáció; 3: Hőmérséklet °C-ban; 4: Spektrum; 5: Fajlagos emisszió; 6: Referencia (folytatás)

1	2	3	4	5	6
Papír	fehér	20	T	0,7-0,9	1
Papír	fehér kötött	20	T	0,93	2
Papír	fehér, 3 különböző fényességben	70	RH	0,76-0,78	9
Papír	fehér, 3 különböző fényességben	70	HH	0,88-0,90	9
Papír	fekete		T	0,90	1
Papír	fekete lakkbevonattal		T	0,93	1
Papír	fekete, matt		T	0,94	1
Papír	fekete, matt	70	RH	0,86	9
Papír	fekete, matt	70	HH	0,89	9
Papír	kék, sötét		T	0,84	1
Papír	piros		T	0,76	1
Papír	sárga		T	0,72	1
Papír	zöld		T	0,85	1
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	huzal	1400	T	0,18	1
Platina	huzal	50-200	T	0,06-0,07	1
Platina	huzal	500-1000	T	0,10-0,16	1
Platina	szalag	900-1100	T	0,12-0,17	1
Platina	tiszta, polírozott	200-600	T	0,05-0,10	1
Porcelán	fehér, csillogó		T	0,70-0,75	1
Porcelán	mázás	20	T	0,92	1
Rostlemez	forgácslemez	70	RH	0,77	9
Rostlemez	forgácslemez	70	HH	0,89	9
Rostlemez	kemény, kezeletlen	20	RH	0,85	6
Rostlemez	porózus, kezeletlen	20	RH	0,85	6
Rostlemez	sajtolt farost	70	RH	0,75	9
Rostlemez	sajtolt farost	70	HH	0,88	9
Rozsdamentes acél	18-8-as típus, 800°C hőmérsékleten oxidált	60	T	0,85	2
Rozsdamentes acél	18-8-as típus, polírozott	20	T	0,16	2
Rozsdamentes acél	hengerelt	700	T	0,45	1

Táblázat 21.1 T: Teljes spektrum; RH: 2–5 µm; HH: 8–14 µm, Lamb-hullám: 6,5–20 µm; 1: Anyag; 2: Specifikáció; 3: Hőmérséklet °C-ban; 4: Spektrum; 5: Fajlagos emisszió; 6: Referencia (folytatás)

1	2	3	4	5	6
Rozsdamentes acél	homokfúvott	700	T	0,70	1
Rozsdamentes acél	lemez, kezeletlen, kissé karcolt	70	RH	0,30	9
Rozsdamentes acél	lemez, kezeletlen, kissé karcolt	70	HH	0,28	9
Rozsdamentes acél	lemez, polírozott	70	RH	0,18	9
Rozsdamentes acél	lemez, polírozott	70	HH	0,14	9
Rozsdamentes acél	ötvözet, 8% Ni, 18% Cr	500	T	0,35	1
Réz	elektrolitikus, finoman polírozott	80	T	0,018	1
Réz	elektrolitikus, polírozott	-34	T	0,006	4
Réz	feketére oxidált		T	0,88	1
Réz	kapart	27	T	0,07	4
Réz	kereskedelmi forgalomban kapható, fényesített	20	T	0,07	1
Réz	olvasztott	1100-1300	T	0,13-0,15	1
Réz	oxidált	50	T	0,6-0,7	1
Réz	oxidált, erősen	20	T	0,78	2
Réz	oxidált, fekete	27	T	0,78	4
Réz	polírozott	50–100	T	0,02	1
Réz	polírozott	100	T	0,03	2
Réz	polírozott, kereskedelmi forgalomban kapható	27	T	0,03	4
Réz	polírozott, mechanikusan	22	T	0,015	4
Réz	tiszta, finoman megmunkált felület	22	T	0,008	4
Réz-dioxid	por		T	0,84	1
Réz-oxid	vörös, por		T	0,70	1
Salak	bojler	0–100	T	0,97-0,93	1
Salak	bojler	1400-1800	T	0,69-0,67	1
Salak	bojler	200-500	T	0,89-0,78	1
Salak	bojler	600-1200	T	0,76-0,70	1
Stukkó	érdes, mész	10-90	T	0,91	1
Styrofoam	szigetelés	37	RH	0,60	7
Szén	faszénpor		T	0,96	1
Szén	grafit, reszelt felület	20	T	0,98	2
Szén	grafitpor		T	0,97	1
Szén	gyertyakorom	20	T	0,95	2
Szén	lámpakorom	20-400	T	0,95-0,97	1

Táblázat 21.1 T: Teljes spektrum; RH: 2–5 µm; HH: 8–14 µm, Lamb-hullám: 6,5–20 µm; 1: Anyag; 2: Specifikáció; 3: Hőmérséklet °C-ban; 4: Spektrum; 5: Fajlagos emisszió; 6: Referencia (folytatás)

1	2	3	4	5	6
Szövet	fekete	20	T	0,98	1
Sárgaréz	600°C hőmérsékleten oxidált	200-600	T	0,59-0,61	1
Sárgaréz	80-as szemcse-méretű csiszolóvászonnal csiszolt	20	T	0,20	2
Sárgaréz	lemez, csiszolva megmunkált	20	T	0,2	1
Sárgaréz	lemez, hengerelt	20	T	0,06	1
Sárgaréz	matt, elhomályosított	20-350	T	0,22	1
Sárgaréz	oxidált	100	T	0,61	2
Sárgaréz	oxidált	70	RH	0,04-0,09	9
Sárgaréz	oxidált	70	HH	0,03-0,07	9
Sárgaréz	polírozott	200	T	0,03	1
Sárgaréz	polírozott, erősen	100	T	0,03	2
Talaj	száraz	20	T	0,92	2
Talaj	vízzel telített	20	T	0,95	2
Tapéta	finommintázatú, piros	20	RH	0,90	6
Tapéta	finommintázatú, világosszürke	20	RH	0,85	6
Titánium	540°C-on oxidált	1000	T	0,60	1
Titánium	540°C-on oxidált	200	T	0,40	1
Titánium	540°C-on oxidált	500	T	0,50	1
Titánium	polírozott	1000	T	0,36	1
Titánium	polírozott	200	T	0,15	1
Titánium	polírozott	500	T	0,20	1
Tégla	alumina	17	RH	0,68	5
Tégla	Dinasztégla (szilika), mázas, érdes	1100	T	0,85	1
Tégla	Dinasztégla (szilika), mázatlan, érdes	1000	T	0,80	1
Tégla	Dinasztégla (szilika), tűzálló	1000	T	0,66	1
Tégla	falazat	35	RH	0,94	7
Tégla	falazat, burkolt	20	T	0,94	1
Tégla	samott	1000	T	0,75	1
Tégla	samott	1200	T	0,59	1
Tégla	samott	20	T	0,85	1
Tégla	sillimanit, 33% SiO ₂ , 64% Al ₂ O ₃	1500	T	0,29	1
Tégla	szilícium-dioxid, 95% SiO ₂	1230	T	0,66	1
Tégla	tűzálló tégla	17	RH	0,68	5

Táblázat 21.1 T: Teljes spektrum; RH: 2–5 µm; HH: 8–14 µm, Lamb-hullám: 6,5–20 µm; 1: Anyag; 2: Specifikáció; 3: Hőmérséklet °C-ban; 4: Spektrum; 5: Fajlagos emisszió; 6: Referencia (folytatás)

1	2	3	4	5	6
Tégla	tűzálló, erősen sugárzó	500-1000	T	0,8-0,9	1
Tégla	tűzálló, korund	1000	T	0,46	1
Tégla	tűzálló, magnezit	1000-1300	T	0,38	1
Tégla	tűzálló, gyengén sugárzó	500-1000	T	0,65-0,75	1
Tégla	vízálló	17	RH	0,87	5
Tégla	vörös, általános	20	T	0,93	2
Tégla	vörös, érdes	20	T	0,88-0,93	1
Tégla	általános	17	RH	0,86-0,81	5
Vakolat		17	RH	0,86	5
Vakolat	gipszkartonlemez, kezeletlen	20	RH	0,90	6
Vakolat	érdes bevonat	20	T	0,91	2
Vas és acél	csillogó oxidréteg, lemez,	20	T	0,82	1
Vas és acél	csillogó, mart	150	T	0,16	1
Vas és acél	csiszolt lemez	950-1100	T	0,55-0,61	1
Vas és acél	elektrolitikus	100	T	0,05	4
Vas és acél	elektrolitikus	22	T	0,05	4
Vas és acél	elektrolitikus	260	T	0,07	4
Vas és acél	elektrolitikus, finoman polírozott	175-225	T	0,05-0,06	1
Vas és acél	erősen oxidált	50	T	0,88	1
Vas és acél	erősen oxidált	500	T	0,98	1
Vas és acél	erősen rozsdás lemez	20	T	0,69	2
Vas és acél	frissen csiszolva megmunkált	20	T	0,24	1
Vas és acél	hengerelt lemez	50	T	0,56	1
Vas és acél	hengerelt, frissen	20	T	0,24	1
Vas és acél	hidegen hengerelt	70	RH	0,20	9
Vas és acél	hidegen hengerelt	70	HH	0,09	9
Vas és acél	megmunkált, finoman polírozott	40-250	T	0,28	1
Vas és acél	melegen hengerelt	130	T	0,60	1
Vas és acél	melegen hengerelt	20	T	0,77	1
Vas és acél	oxidált	100	T	0,74	4
Vas és acél	oxidált	100	T	0,74	1
Vas és acél	oxidált	1227	T	0,89	4
Vas és acél	oxidált	125-525	T	0,78-0,82	1
Vas és acél	oxidált	200	T	0,79	2
Vas és acél	oxidált	200-600	T	0,80	1
Vas és acél	polírozott	100	T	0,07	2

Táblázat 21.1 T: Teljes spektrum; RH: 2–5 µm; HH: 8–14 µm, Lamb-hullám: 6,5–20 µm; 1: Anyag; 2: Specifikáció; 3: Hőmérséklet °C-ban; 4: Spektrum; 5: Fajlagos emisszió; 6: Referencia (folytatás)

1	2	3	4	5	6
Vas és acél	polírozott	400-1000	T	0,14-0,38	1
Vas és acél	polírozott lemez	750-1050	T	0,52-0,56	1
Vas és acél	rozsdavörös, lemez	22	T	0,69	4
Vas és acél	rozsdás, erősen	17	RH	0,96	5
Vas és acél	rozsdás, vörös	20	T	0,69	1
Vas és acél	vörös rozsdával borított	20	T	0,61-0,85	1
Vas és acél	érdes, sima felület	50	T	0,95-0,98	1
Vas, öntött	600°C hőmérsékleten oxidált	200-600	T	0,64-0,78	1
Vas, öntött	folyadék	1300	T	0,28	1
Vas, öntött	géppel megmunkált	800-1000	T	0,60-0,70	1
Vas, öntött	megmunkálatlan	900-1100	T	0,87-0,95	1
Vas, öntött	oxidált	100	T	0,64	2
Vas, öntött	oxidált	260	T	0,66	4
Vas, öntött	oxidált	38	T	0,63	4
Vas, öntött	oxidált	538	T	0,76	4
Vas, öntött	polírozott	200	T	0,21	1
Vas, öntött	polírozott	38	T	0,21	4
Vas, öntött	polírozott	40	T	0,21	2
Vas, öntött	öntecsek	1000	T	0,95	1
Vas, öntött	öntvény	50	T	0,81	1
Volfrám		1500-2200	T	0,24-0,31	1
Volfrám		200	T	0,05	1
Volfrám		600-1000	T	0,1-0,16	1
Volfrám	szál	3300	T	0,39	1
Víz	>0,1 mm vastagságú réteg	0–100	T	0,95-0,98	1
Víz	desztillált	20	T	0,96	2
Víz	hó		T	0,8	1
Víz	hó	-10	T	0,85	2
Víz	jég, sima	-10	T	0,96	2
Víz	jég, sima	0	T	0,97	1
Víz	jég, vastag zúzmarával borítva	0	T	0,98	1
Víz	jégkristályok	-10	T	0,98	2
Vörös ólom		100	T	0,93	4
Vörös ólom, por		100	T	0,93	1
Zománc		20	T	0,9	1
Zománc	lakk	20	T	0,85-0,95	1
Ólom	200°C hőmérsékleten oxidált	200	T	0,63	1

Táblázat 21.1 T: Teljes spektrum; RH: 2–5 µm; HH: 8–14 µm, Lamb-hullám: 6,5–20 µm; 1: Anyag; 2: Specifikáció; 3: Hőmérséklet °C-ban; 4: Spektrum; 5: Fajlagos emisszió; 6: Referencia (folytatás)

1	2	3	4	5	6
Ólom	csillogó	250	T	0,08	1
Ólom	nem oxidált, polírozott	100	T	0,05	4
Ólom	oxidált, szürke	20	T	0,28	1
Ólom	oxidált, szürke	22	T	0,28	4
Ón	fényezett	20-50	T	0,04-0,06	1
Ón	ónozott acéllemez	100	T	0,07	2
Ónozott vas	lemez	24	T	0,064	4

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; hu-HU; AD; 43684; 2017-07-06
T505552.xml; hu-HU; 9599; 2013-11-05
T505469.xml; hu-HU; 39689; 2017-01-25
T505013.xml; hu-HU; 39689; 2017-01-25
T506128.xml; hu-HU; AC; 43003; 2017-06-02
T505470.xml; hu-HU; 39513; 2017-01-18
T505007.xml; hu-HU; 42810; 2017-05-23
T506125.xml; hu-HU; 40753; 2017-03-02
T505000.xml; hu-HU; 39687; 2017-01-25
T506155.xml; hu-HU; 42220; 2017-04-26
T506051.xml; hu-HU; 40460; 2017-02-20
T505005.xml; hu-HU; 42810; 2017-05-23
T505001.xml; hu-HU; 41563; 2017-03-23
T505006.xml; hu-HU; 41563; 2017-03-23
T505002.xml; hu-HU; 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: 43684
Head: 43696
Language: hu-HU
Modified: 2017-07-06
Formatted: 2017-07-06