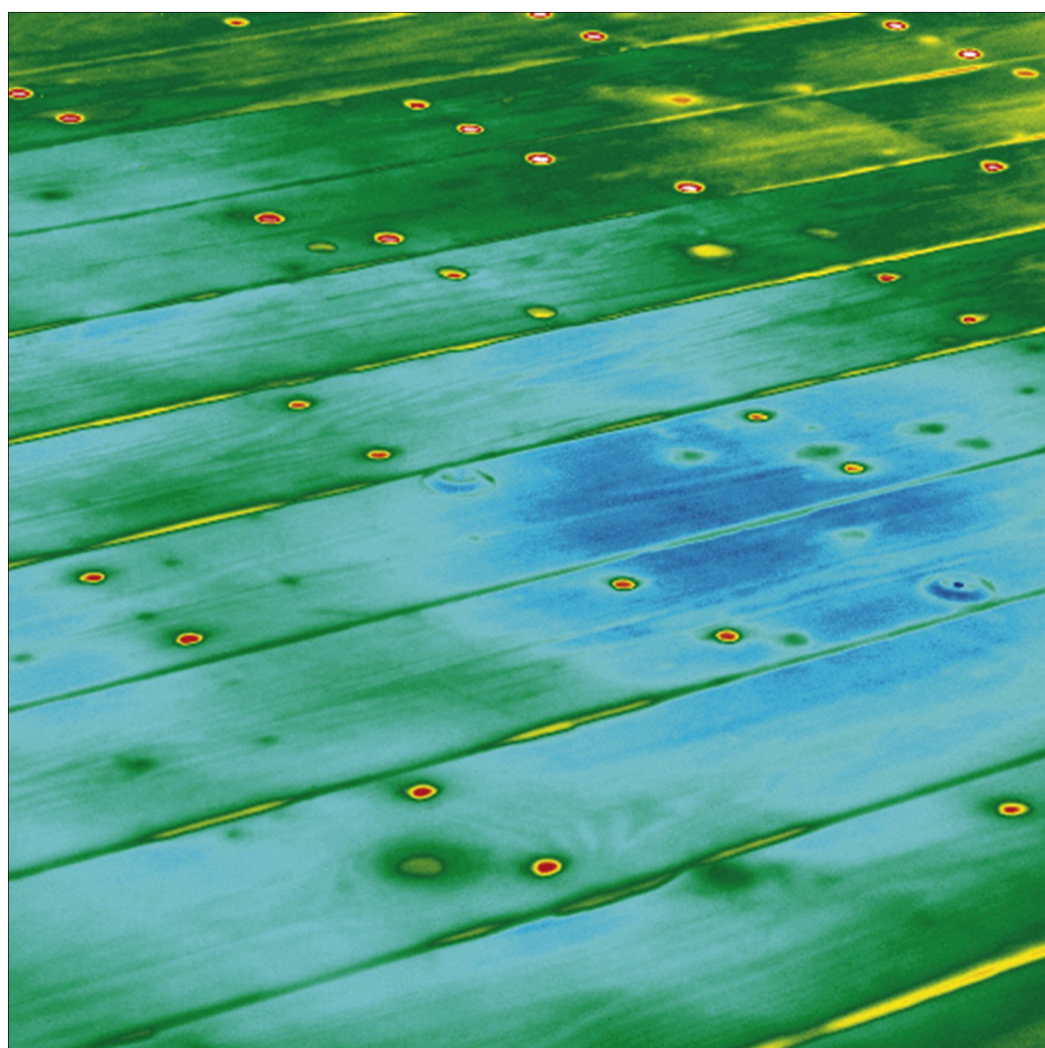


Uživatelská příručka

Řada FLIR Ex



Uživatelská příručka

Řada FLIR Ex

Obsah

1	Prohlášení a dokumenty	1
1.1	Vyvázáni se ze záruky	1
1.2	Statistické údaje o používání	1
1.3	Změny registru	1
1.4	Předpisy vlády USA	1
1.5	Autorská práva	1
1.6	Záruka kvality	1
1.7	Patenty	1
1.8	EULA Terms	1
1.9	EULA Terms	1
2	Bezpečnostní informace	2
3	Informace pro uživatele	5
3.1	Uživatelská fóra	5
3.2	Kalibrace	5
3.3	Přesnost	5
3.4	Likvidace elektronického odpadu	5
3.5	Školení	5
3.6	Aktualizace dokumentace	5
3.7	Důležitá poznámka k této příručce	5
4	Nápověda pro zákazníky	6
4.1	Obecně	6
4.2	Odeslání dotazu	6
4.3	Soubory ke stažení	6
5	Stručný návod ke spuštění kamery	7
5.1	Postup	7
6	Popis	8
6.1	Části kamery	8
6.1.1	Obrázek	8
6.1.2	Vysvětlení	8
6.2	Klávesnice	8
6.2.1	Obrázek	8
6.2.2	Vysvětlení	8
6.3	Konektory	9
6.3.1	Obrázek	9
6.3.2	Vysvětlení	9
6.4	Prvky obrazovky	10
6.4.1	Obrázek	10
6.4.2	Vysvětlení	10
7	Provoz	11
7.1	Nabíjení baterie	11
7.1.1	Nabíjení baterie pomocí napájecího zdroje FLIR	11
7.1.2	Nabíjení baterie pomocí samostatné nabíječky FLIR	11
7.1.3	Nabíjení baterie pomocí kabelu USB	11
7.2	Zapnutí a vypnutí kamery	11
7.3	Ukládání obrázku	11
7.3.1	Obecně	11
7.3.2	Kapacita obrazů	12
7.3.3	Pravidlo pojmenování	12
7.3.4	Postup	12
7.4	Vyvolávání snímku	12
7.4.1	Obecně	12
7.4.2	Postup	12
7.5	Odstranění obrazu	12
7.5.1	Obecně	12

	7.5.2	Postup	12
7.6		Odstranění všech obrazů.....	13
	7.6.1	Obecně.....	13
	7.6.2	Postup	13
7.7		Měření teploty pomocí bodového měřiče.....	13
	7.7.1	Obecně.....	13
	7.7.2	Postup	13
7.8		Měření nejvyšší teploty v oblasti	13
	7.8.1	Obecně.....	13
	7.8.2	Postup	13
7.9		Měření nejnižší teploty v oblasti.....	13
	7.9.1	Obecně.....	13
	7.9.2	Postup	13
7.10		Skrytí měřících nástrojů.....	14
	7.10.1	Postup	14
7.11		Změna palety barev.....	14
	7.11.1	Obecně.....	14
	7.11.2	Postup	14
7.12		Změna režimu snímku.....	14
	7.12.1	Obecně.....	14
	7.12.2	Postup	15
7.13		Změna režimu teplotní stupnice	15
	7.13.1	Obecně.....	15
	7.13.2	Kdy používat režim <i>Zamknout</i>	15
	7.13.3	Postup	15
7.14		Nastavení emisivity jako vlastnosti povrchu.....	16
	7.14.1	Obecně.....	16
	7.14.2	Postup	16
7.15		Nastavení emisivity jako vlastního materiálu.....	16
	7.15.1	Obecně.....	16
	7.15.2	Postup	16
7.16		Změna emisivity jako vlastní hodnoty.....	16
	7.16.1	Obecně.....	16
	7.16.2	Postup	17
7.17		Změna odražené zdánlivé teploty	17
	7.17.1	Obecně.....	17
	7.17.2	Postup	17
7.18		Změna nastavení.....	17
	7.18.1	Obecně.....	17
	7.18.2	Postup	18
7.19		Aktualizace kamery	18
	7.19.1	Obecně.....	18
	7.19.2	Postup	18
8		Technické údaje	19
9		Prohlášení o shodě.....	20
10		Čištění kamery.....	21
	10.1	Pouzdro kamery, kabely a další součásti	21
		10.1.1 Kapaliny.....	21
		10.1.2 Zařízení.....	21
		10.1.3 Postup	21
	10.2	Infračervený objektiv.....	21
		10.2.1 Kapaliny.....	21
		10.2.2 Zařízení.....	21
		10.2.3 Postup	21

11	Příklady použití	22
11.1	Poškození vlhkostí a vodou	22
11.1.1	Obecně.....	22
11.1.2	Obrázek	22
11.2	Vadný kontakt v zásuvce	22
11.2.1	Obecně.....	22
11.2.2	Obrázek	22
11.3	Zoxidovaná zásuvka.....	23
11.3.1	Obecně.....	23
11.3.2	Obrázek	23
11.4	Nedostatky izolace.....	24
11.4.1	Obecně.....	24
11.4.2	Obrázek	24
11.5	Průvan.....	25
11.5.1	Obecně.....	25
11.5.2	Obrázek	25
12	Informace o společnosti FLIR Systems	26
12.1	Víc než jen infračervená kamera.....	27
12.2	Sdílení našich znalostí	27
12.3	Podpora našich zákazníků	27
12.4	Několik obrázků z našich závodů.....	28
13	Slovníček	29
14	Techniky měření teplot.....	32
14.1	Úvod	32
14.2	Emisivita	32
14.2.1	Zjištění emisivity vzorku	32
14.3	Teplota odraženého záření.....	35
14.4	Vzdálenost	35
14.5	Relativní vlhkost	35
14.6	Další parametry	35
15	Historie infračervené techniky	36
16	Teorie termografie	39
16.1	Úvod.....	39
16.2	Elektromagnetické spektrum	39
16.3	Záření – radiace černého tělesa	39
16.3.1	Planckův zákon	40
16.3.2	Wienův zákon posuvu	41
16.3.3	Stefan-Boltzmannův zákon.....	42
16.3.4	Nečerné zářiče	43
16.4	Materiály polopropustné pro IČ záření	45
17	Rovnice měření	46
18	Tabulky emisivit	50
18.1	Literatura	50
18.2	Tabulky.....	50

1.1 Vyzvání se ze záruky

Všechny výrobky společnosti FLIR Systems mají záruku proti vadám materiálu a výrobním vadám po dobu jednoho (1) roku od data doručení původní zakázky. Tuto záruku lze uplatnit, jestliže výrobky byly normálně skladovány a používány podle pokynů společnosti FLIR Systems.

Nechlazené příruční infračervené kamery společnosti FLIR Systems mají záruku proti vadám materiálu a výrobním vadám po dobu dvou (2) let od data doručení původní zakázky. Tuto záruku lze uplatnit, jestliže výrobky byly normálně skladovány a používány podle pokynů společnosti FLIR Systems a jestliže byla kamera zaregistrována do 60 dnů od data původní zakázky.

Detektory pro nechlazené příruční infračervené kamery společnosti FLIR Systems mají záruku proti vadám materiálu a výrobním vadám po dobu deseti (10) let od data doručení původní zakázky. Tuto záruku lze uplatnit, jestliže výrobky byly normálně skladovány a používány podle pokynů společnosti FLIR Systems a jestliže byla kamera zaregistrována do 60 dnů od data původní zakázky.

Výrobky, které nevyrobila společnost FLIR Systems, ale které jsou součástí systémů dodávaných společností FLIR Systems původnímu kupujícímu, mají záruku (pokud je poskytována) určenou pouze příslušným dodavatelem a společností FLIR Systems za takovéto výrobky nenese žádnou odpovědnost.

Záruka se vztahuje pouze na původního kupce a je nepřenosná. Záruku nelze uplatnit na žádný výrobek, který byl nějakým způsobem nesprávně používán, neudržován, poškozen nebo provozován při abnormálních podmínkách. Na spotřební části se záruka nevztahuje.

Jestliže dojde k poškození výrobku, které je kryto zárukou, výrobek nesmí být dále používán, aby se zabránilo dalšímu poškození. Zákazník musí vadu okamžitě nahlásit společnosti FLIR Systems (nebo jejím zástupci), jinak nebude možné záruku uplatnit.

Společnost FLIR Systems zdarma opraví nebo vymění každý vadný výrobek, jestliže bude na základě odborné prohlídky prokázána u výrobku vada materiálu či výroby a jestliže bude tento výrobek, jak již bylo uvedeno, vrácen společnosti FLIR Systems v záruční době, tj. do jednoho roku.

Společnost FLIR Systems nenese odpovědnost za vady výrobku kromě výše uvedených a neposkytuje na ně záruku.

Žádná další záruka není vyjádřena ani předpokládána. Společnost FLIR Systems se výslovně zřiká předpokládaných záruk prodejnosti a vhodnosti k určitému účelu.

Společnost FLIR Systems není odpovědná za žádná přímá, nepřímá, speciální, náhodná či úmyslná poškození nebo ztrátu, at jsou tato založena na smlouvě, deliktu nebo jiném právním základě.

Tato záruka se bude řídit švédským právem.

Jakákoliv pře, spor nebo požadavek vyplývající z této záruky nebo ve spojení s ní bude s konečnou platností urovnán arbitrážně podle pravidel arbitrážního soudu Stockholmske obchodní komory. Místem arbitráže bude Stockholm. Jednací jazyk v arbitrážním řízení bude angličtina.

1.2 Statistické údaje o používání

Společnost FLIR Systems si vyhražuje právo sběru anonymních statistických údajů o používání za účelem udržování a zlepšování kvality softwaru a služeb.

1.3 Změny registru

Položka registru HKEY_LOCAL_MACHINE\SYSTEM\CurrentControlSet\Control\Lsa\LmCompatibilityLevel bude automaticky změněna na úroveň 2, pokud služba FLIR Camera Monitor zjistí, že kamera FLIR je připojena k počítači kabelem USB. Změna bude provedena pouze v případě, že zařízení kamery implementuje vzdálenou síťovou službu, která podporuje síťová přihlášení.

1.4 Předpisy vlády USA

Na tento produkt se vztahují vývozní předpisy USA. S případnými dotazy se obraťte na adresu exportquestions@flir.com.

1.5 Autorská práva

© 2013, FLIR Systems, Inc. Všechna práva celosvětově vyhrazena. Žádná část softwaru, včetně zdrojového kódu, nesmí být reprodukována, přenášena, přepisována nebo překládána do jakéhokoli přirozeného nebo počítačového jazyka v jakémkoli formě nebo jakýmkoli způsobem, elektronicky, magneticky, opticky, ručně nebo jinak, bez předchozího písemného souhlasu společnosti FLIR Systems.

Tato dokumentace, ani žádná její část, nesmí být bez předchozího písemného souhlasu firmy FLIR Systems kopírována, fotograficky kopírována, reprodukována, překládána nebo přenášena na žádné elektronické médium či do strojově čitelné formy.

Názvy a značky uvedené na výrobcích v této příručce jsou registrovanými ochrannými známkami nebo ochrannými známkami společnosti FLIR Systems a/nebo jejich dceřiných společností. Všechny ostatní ochranné známky, obchodní názvy nebo názvy společností zmíněné v této příručce se používají pouze pro identifikaci a jsou majetkem jejich příslušných vlastníků.

1.6 Záruka kvality

Systém řízení kvality, v němž jsou tyto výrobky vyvíjeny a vyráběny, byl ověřen podle normy ISO 9001.

Výrobky společnosti FLIR Systems se neustále vyvíjejí. Společnost si proto vyhrazuje právo provést bez předchozího oznámení změny a vylepšení jakéhokoli výrobku.

1.7 Patenty

Na produkty nebo funkce se může vztahovat jeden nebo několik z následujících patentů nebo konstrukčních patentů. Mohou se na ně vztahovat také další patentové přihlášky nebo přihlášky konstrukčních patentů.











000279476-0001; 000439161; 000499579-0001; 000653423; 000726344; 000859020; 001106306-0001; 001707738; 001707746; 001707787; 001776519; 001954074; 002021543; 002058180; 002249953; 1144833; 1182246; 1182620; 1285345; 1299699; 1325808; 1336775; 1391114; 1402918; 1404291; 1411581; 1415075; 1421497; 1458284; 1678485; 1732314; 2106017; 2381417; 3006596; 3006597; 466540; 483782; 484155; 4889913; 5177595; 60122153.2; 602004011681.5-08; 6707044; 68657; 7034300; 7110035; 7154093; 7157705; 7237946; 7312822; 7332716; 7336823; 7544944; 7667198; 7809258 B2; 7826736; 8,018,649 B2; 8,153,971; 8212210 B2; 8289372; 8354639 B2; 8384783; 8520970; 8565547; D540838; D549758; D579475; D584755; D599.392; D615.113; D664.580; D664.581; D665.004; D665.440; DI6702302-9; DI6903617-9; DI7002221-6; DI7002891-5; DI7002892-3; DI7005799-0; DM/057692; DM/061609; EP 2115696 B1; EP2315433; SE 0700240-5; US 8340414 B2; ZL01823221.3; ZL01823226.4; ZL02331553.9; ZL02331554.7; ZL200480034894.0; ZL200530120994.2; ZL20061008759.5; ZL200630130114.4; ZL200730151141.4; ZL200730339504.7; ZL200820105768.8; ZL200830128581.2; ZL200880105236.4; ZL200880105769.2; ZL200930190061.9; ZL201030176127.1; ZL201030176130.3; ZL201030176157.2; ZL201030595931.3; ZL201130442354.9; ZL201230471744.3; ZL201230620731.8










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.

	VAROVÁNÍ
Použitelnost: kamery s jednou nebo více bateriemi.	
Nedemontujte ani neupravujte baterii. Baterie obsahuje bezpečnostní a ochranná zařízení, která mohou v případě poškození způsobit zahřátí baterie, její výbuch nebo vzplanutí.	
	VAROVÁNÍ
Použitelnost: kamery s jednou nebo více bateriemi.	
Pokud z baterie unikne elektrolyt a dostane se vám do očí, nemněte si je rukama. Dobře si je vypláchněte vodou a okamžitě vyhledejte lékařskou pomoc. Elektrolyt baterie by mohl v takovém případě způsobit zranění očí.	
	VAROVÁNÍ
Použitelnost: kamery s jednou nebo více bateriemi.	
Nepokračujte v nabíjení baterie, pokud se nenabije ve stanoveném čase. Pokud v nabíjení baterie budete pokračovat, může se zahřát a způsobit výbuch nebo vzplanutí. Mohlo by dojít ke zranění.	
	VAROVÁNÍ
Použitelnost: kamery s jednou nebo více bateriemi.	
K vybíjení baterie používejte pouze správné zařízení. Pokud nebudete používat správné zařízení, můžete snížit výkon nebo životnost baterie. Pokud nebudete používat správné zařízení, může do baterie téci nesprávný proud. To může vést k jejímu zahřátí a případně k výbuchu. Mohlo by dojít ke zranění.	
	VAROVÁNÍ
Než použijete stanovenou kapalinu, nezapomeňte si přečíst příslušné bezpečnostní tabulky materiálů a výstražné štítky na nádobách. Kapaliny mohou být nebezpečné. Mohlo by dojít ke zranění.	
	UPOZORNĚNÍ
Nemiřte infračervenou kamerou (s krytem objektivu nebo bez něj) na silné zdroje energie, například na zařízení vyzařující laserové záření nebo na slunce. Mohlo by to mít nežádoucí účinek na přesnost kamery. Mohlo by to rovněž způsobit poškození detektoru v kameře.	
	UPOZORNĚNÍ
Nepoužívejte kameru při teplotách vyšších než +50 °C, pokud není v dokumentaci nebo v technických údajích stanoveno jinak. Vysoké teploty mohou způsobit poškození kamery.	
	UPOZORNĚNÍ
Použitelnost: kamery s jednou nebo více bateriemi.	
Baterie nepřipojujte přímo k zásuvce zapalovače cigaret ve vozidle. Můžete tak učinit pouze pomocí speciálního adaptéru pro připojení baterií k zásuvce zapalovače cigaret dodaného společností FLIR Systems. Jinak by mohlo dojít k poškození baterií.	
	UPOZORNĚNÍ
Použitelnost: kamery s jednou nebo více bateriemi.	
Kladný a záporný pól baterie nezkratujte žádnými kovovými předměty (např. drátem). Mohlo by dojít k poškození baterií.	
	UPOZORNĚNÍ
Použitelnost: kamery s jednou nebo více bateriemi.	
Zabraňte styku baterie se sladkou nebo slanou vodou i celkovému namočení baterie. Mohlo by dojít k poškození baterií.	

	UPOZORNĚNÍ
Použitelnost: kamery s jednou nebo více bateriemi.	
V baterii nevytvářejte pomocí předmětů žádné otvory. Mohlo by dojít k poškození baterie.	
	UPOZORNĚNÍ
Použitelnost: kamery s jednou nebo více bateriemi.	
Netlučte do baterie kladivem. Mohlo by dojít k poškození baterie.	
	UPOZORNĚNÍ
Použitelnost: kamery s jednou nebo více bateriemi.	
Nepokládejte nohy na baterii, nevystavujte ji úderům ani rázům. Mohlo by dojít k poškození baterie.	
	UPOZORNĚNÍ
Použitelnost: kamery s jednou nebo více bateriemi.	
Použitelnost: kamery s jednou nebo více bateriemi.	
Baterie nevhazujte do ohně, nenechávejte v blízkosti ohně ani na přímém slunečním světle. Pokud se baterie zahřeje, vestavěné bezpečnostní zařízení se aktivuje a může zastavit nabíjení baterie. Pokud se baterie zahřeje, může dojít k poškození vestavěného bezpečnostního zařízení a v důsledku toho k vyvíjení většího množství tepla, poškození nebo zapálení baterie.	
	UPOZORNĚNÍ
Použitelnost: kamery s jednou nebo více bateriemi.	
Baterii nevkládějte do ohně, ani nezvyšujte její teplotu žářem. Mohlo by dojít k poškození baterie a zranění.	
	UPOZORNĚNÍ
Použitelnost: kamery s jednou nebo více bateriemi.	
Baterii nedávejte do ohně, do kamen či jiných zdrojů vysoké teploty nebo do jejich blízkosti. Mohlo by dojít k poškození baterie a zranění.	
	UPOZORNĚNÍ
Použitelnost: kamery s jednou nebo více bateriemi.	
Nepájejte přímo na baterii. Mohlo by dojít k poškození baterie.	
	UPOZORNĚNÍ
Použitelnost: kamery s jednou nebo více bateriemi.	
Baterii nepoužívejte v případě, že během jejího používání, nabíjení nebo skladování je cítit neobvyklý zápach, baterie je horká, mění svou barvu, tvar nebo vykazuje jiný neobvyklý stav. Pokud se setkáte s některým z těchto problémů, kontaktujte svého místního dodavatele. Mohlo by dojít k poškození baterie a zranění.	
	UPOZORNĚNÍ
Použitelnost: kamery s jednou nebo více bateriemi.	
Při nabíjení baterie používejte pouze specifikovanou nabíječku. Jinak by mohlo dojít k poškození baterie.	

	UPOZORNĚNÍ
Použitelnost: kamery s jednou nebo více bateriemi.	
Teplotní rozsah, v němž lze nabíjet baterii, je ± 0 °C až +45 °C, pokud není v uživatelské dokumentaci nebo v technických údajích stanoveno jinak. Budete-li baterii nabíjet při teplotě mimo tento rozsah, může to způsobit zahřátí baterie na vysokou teplotu nebo poškození. Také může dojít k snížení výkonosti nebo zkrácení životnosti baterie.	
	UPOZORNĚNÍ
Použitelnost: kamery s jednou nebo více bateriemi.	
Teplotní rozsah, v němž lze baterii vybit, je -15 °C až +50 °C, pokud není v uživatelské dokumentaci nebo v technických údajích stanoveno jinak. Používání baterie mimo tento teplotní rozsah může způsobit snížení její výkonosti nebo zkrácení životnosti.	
	UPOZORNĚNÍ
Použitelnost: kamery s jednou nebo více bateriemi.	
Pokud je baterie již na konci své životnosti, před jejím vyřazením na póly nalepte izolační pásku nebo podobný materiál. Pokud byste to neprovedli, mohlo by dojít k poškození baterie a zranění.	
	UPOZORNĚNÍ
Použitelnost: kamery s jednou nebo více bateriemi.	
Před instalací z baterie odstraňte veškerou vodu nebo vlhkost. Pokud byste to neprovedli, mohlo by dojít k poškození baterie.	
	UPOZORNĚNÍ
K čištění kamery, kabelů a dalšího příslušenství nepoužívejte žádná ředidla ani jiné podobné kapaliny. Mohlo by dojít k poškození baterie a zranění.	
	UPOZORNĚNÍ
Při čištění infračerveného objektivu buďte opatrní. Objektiv je opatřen antireflexní vrstvou, která se snadno poškodí. Může dojít k poškození infračerveného objektivu.	
	UPOZORNĚNÍ
Nečistěte infračervený objektiv příliš velkou silou. Mohlo by dojít k poškození antireflexní vrstvy.	
POZNÁMKA	
Údaje týkající se krytí jsou platné pouze tehdy, pokud jsou všechny otvory na kameře zakryté příslušnými kryty, příklopy nebo krytkami. To zahrnuje prostory pro datová úložiště, baterie a konektory.	

3.1 Uživatelská fóra

Na našich uživatelských fórech si můžete vyměňovat nápady a diskutovat o potížích a řešeních infračervených technologií s jinými odborníky na termografická měření po celém světě. Fóra jsou přístupná na této webové stránce:

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

3.2 Kalibrace

Doporučujeme, abyste kameru jednou ročně odesílali ke kalibraci. Pokyny, kam zaslat kameru, obdržíte v místní prodejně.

3.3 Přesnost

Doporučujeme začít s vlastním měřením teplot ne dříve než za 5 minut po zapnutí kamery.

3.4 Likvidace elektronického odpadu



Stejně jako u většiny elektronických výrobků je nutné i toto zařízení zlikvidovat způsobem šetrným k životnímu prostředí, a to v souladu s platnými předpisy týkajícími se zacházení s elektronickým odpadem.

Více informací vám poskytne zástupce společnosti FLIR Systems.

3.5 Školení

Další informace o školení k používání infračerveného vybavení naleznete na adrese:

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

3.6 Aktualizace dokumentace

Naše příručky se aktualizují několikrát za rok a také pravidelně vydáváme oznámení o kritických změnách výrobků.

Pro přístup k nejnovějším příručkám a oznámením přejděte na kartu Download na:

<http://support.flir.com>

Registrace on-line zabere pouze několik minut. V oblasti pro stahování také naleznete nejnovější vydání příruček pro další naše výrobky, jakož i příručky pro naše starší a zastaralé výrobky.

3.7 Důležitá poznámka k této příručce

Společnost FLIR Systems vydává obecné příručky, které pokrývají několik kamer modelové řady.

Tato příručka tedy může obsahovat popisy a vysvětlení, které se nevztahují na vaši konkrétní kameru.

FLIR Customer Support Center

Home | Answers | Ask a Question | Product Registration | Downloads | My Stuff | Service

FLIR Customer support

Get the most out of your FLIR products

Get Support for Your FLIR Products

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

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

Find Answers

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

Search by Keyword

Search All Answers

[See All Popular Answers](#)

4.1 Obecně

Nápovědu pro zákazníky naleznete na adrese:

<http://support.flir.com>

4.2 Odeslání dotazu

Abyste mohli zaslat dotaz na nápovědu pro zákazníky, musíte být registrovaným uživatelem. Registrace prostřednictvím Internetu zabere pouze několik minut. Pokud chcete pouze prohledávat stávající otázky a odpovědi znalostní báze, nemusíte být registrovaným uživatelem.

Chcete-li odeslat dotaz, ujistěte se, zda máte po ruce následující informace:

- Model kamery
- Výrobní číslo kamery
- Komunikační protokol nebo způsob komunikace mezi kamerou a vaším zařízením (například HDMI, Ethernet, USB, nebo FireWire)
- Typ zařízení (PC/Mac/iPhone/iPad/Android apod.)
- Verze všech programů od společnosti FLIR Systems
- Úplný název, číslo publikace a číslo revize vaší příručky

4.3 Soubory ke stažení

Na stránce pomoci zákazníkům můžete rovněž stáhnout následující položky:

- Aktualizace firmwaru pro infračervenou kameru.
- Aktualizace softwaru pro osobní počítač/Mac.
- Freewareové a testovací verze softwaru pro osobní počítač/Mac.
- Uživatelská dokumentace pro aktuální, zastaralé nebo staré produkty.
- Technické výkresy (ve formátu *.dxf a *.pdf).
- Datové modely CAD (ve formátu *.stp).
- Příspěvky o aplikacích.
- Technické listy.
- Katalogy produktů.

Stručný návod ke spuštění kamery


5.1 Postup

Použijte následující postup:

1. Nabijte baterii. Můžete to udělat třemi různými způsoby:
 - Nabijte baterii pomocí samostatné nabíječky FLIR.
 - Nabijte baterii pomocí napájecího zdroje FLIR.
 - Nabijte baterii pomocí kabelu USB připojeného k počítači.

POZNÁMKA

Nabití baterie pomocí kabelu USB připojeného k počítači trvá *výrazně* déle než pomocí napájecího zdroje FLIR nebo samostatné nabíječky FLIR.

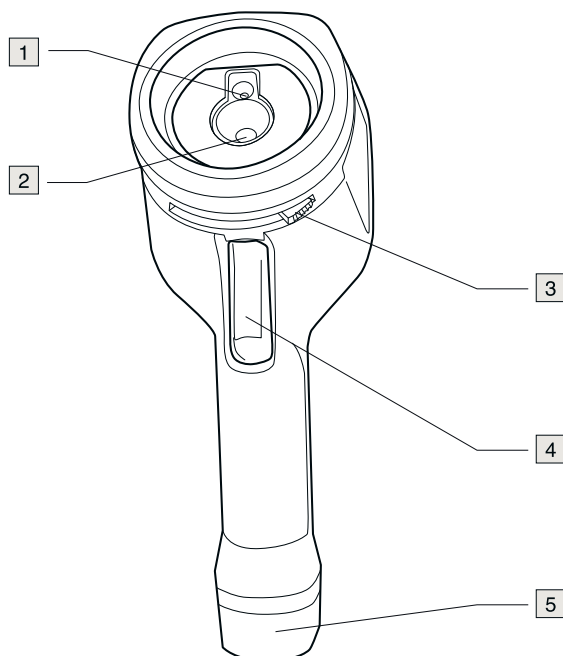
2. Tlačítkem Zap/Vyp  zapněte kameru.
3. Zatlačením na páčku krytu objektivu otevřete kryt objektivu.
4. Namiřte kameru na cíl.
5. Snímek uložte stisknutím spouště.

(Volitelné kroky)

6. Nainstalujte aplikaci FLIR Tools do počítače.
7. Spusťte FLIR Tools.
8. Připojte kameru k počítači pomocí kabelu USB.
9. Importujte snímky do aplikace FLIR Tools.
10. Vytvořte PDF zprávu v aplikaci FLIR Tools.

6.1 Části kamery

6.1.1 Obrázek

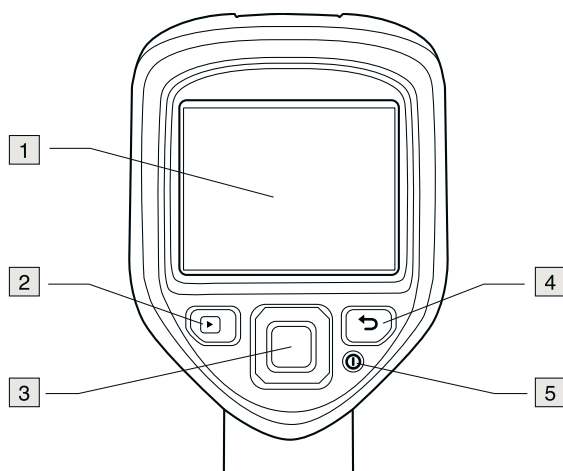


6.1.2 Vysvětlení

1. Objektiv digitálního fotoaparátu
2. Infračervený objektiv
3. Páčka pro otevření a zavření krytu objektivu
4. Spoušť k ukládání obrazů.
5. Baterie.

6.2 Klávesnice

6.2.1 Obrázek



6.2.2 Vysvětlení

1. Obrazovka kamery

2. Tlačítko Archiv 

Funkce:

- Stisknutím se otevře archiv obrazů.

3. Navigační ploška.


Funkce:

- Stisknutím tlačítek vlevo/vpravo nebo nahoru/dolů můžete procházet nabídky a dialogová okna.
- Stisknutím středu akci potvrdíte.




4. Tlačítko Storno 

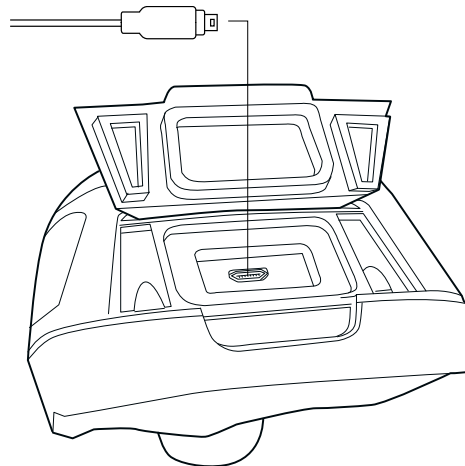
Funkce:

- Stisknutím zrušíte výběr.
- Stisknutím přejdete zpět do systému nabídek.

5. Tlačítko Zap/Vyp 

Funkce:

- Zapněte kameru stisknutím tlačítka .
- Chcete-li kameru uvést do pohotovostního režimu, stiskněte a podržte tlačítko  méně než 5 sekund. Poté se kamera automaticky vypne po 48 hodinách.
- Stisknutím a podržením tlačítka  déle než 5 sekund kameru vypnete.

6.3 Konektory**6.3.1 Obrázek****6.3.2 Vysvětlení**

Účel konektoru USB mini-B:

- Nabíjení baterie pomocí napájecího zdroje FLIR.
- Nabíjení baterie pomocí kabelu USB připojeného k počítači.

POZNÁMKA

Nabití baterie pomocí kabelu USB připojeného k počítači trvá *výrazně* déle než pomocí napájecího zdroje FLIR nebo samostatné nabíječky FLIR.

- Přesunutí snímků z kamery do počítače kvůli další analýze v aplikaci FLIR Tools.

POZNÁMKA

Před přesunem snímků nainstalujte do počítače aplikaci FLIR Tools.

6.4 Prvky obrazovky

6.4.1 Obrázek



6.4.2 Vysvětlení

1. Panel hlavní nabídky
2. Panel podnabídky
3. Měření v bodu.
4. Tabulka výsledků.
5. Ikony stavu
6. Teplotní stupnice.

7.1 Nabíjení baterie

7.1.1 Nabíjení baterie pomocí napájecího zdroje FLIR

Použijte následující postup:

1. Napájecí zdroj zapojte do zásuvky ve zdi.
2. Napájecí kabel zapojte do konektoru USB v kameře.

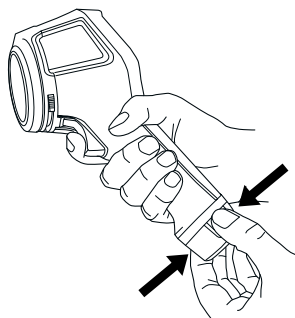
POZNÁMKA

Nabití zcela vybité baterie trvá 2 hodiny.

7.1.2 Nabíjení baterie pomocí samostatné nabíječky FLIR.

Použijte následující postup:

1. Samostatnou nabíječku zapojte do zásuvky ve zdi.
2. Vyměňte baterii z kamery.



3. Vložte baterii do samostatné nabíječky.

POZNÁMKA

- Nabití zcela vybité baterie trvá 2 hodiny.
- Při nabíjení baterie bliká modrá dioda LED.
- Po nabití baterie modrá dioda LED svítí.

7.1.3 Nabíjení baterie pomocí kabelu USB




Použijte následující postup:

1. Připojte kameru k počítači pomocí kabelu USB.

POZNÁMKA

- Aby se kamera nabíjela, musí být počítač zapnutý.
- Nabití baterie pomocí kabelu USB připojeného k počítači trvá *výrazně* déle než pomocí napájecího zdroje FLIR nebo samostatné nabíječky FLIR.

7.2 Zapnutí a vypnutí kamery

- Zapněte kameru stisknutím tlačítka .
- Chcete-li kameru uvést do pohotovostního režimu, stiskněte a podržte tlačítko  méně než 5 sekund. Poté se kamera automaticky vypne po 48 hodinách.
- Stisknutím a podržením tlačítka  déle než 5 sekund kameru vypnete.

7.3 Ukládání obrázku

7.3.1 Obecně

Do vnitřní paměti kamery lze uložit více snímků.

7.3.2 Kapacita obrazů

Do vnitřní paměti kamery můžete uložit přibližně 500 snímků.

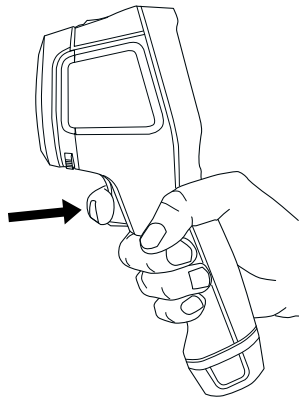
7.3.3 Pravidlo pojmenování

Pravidlo pro pojmenování obrazů je *FLIRxxxx.jpg*, kde *xxxx* je unikátní číslo (přiřazené počítadlem).

7.3.4 Postup

Použijte následující postup:

1. Chcete-li uložit snímek, stiskněte spoušť.






7.4 Vyvolávání snímku

7.4.1 Obecně

Když ukládáte snímek, uloží se do vnitřní paměti kamery. Chcete-li snímek znovu zobrazit, můžete jej otevřít z vnitřní paměti kamery.

7.4.2 Postup

Použijte následující postup:

1. Stiskněte tlačítko Archiv 
2. Vyberte snímek, který chcete zobrazit, stisknutím tlačítka vlevo/vpravo nebo nahoru/dolů na navigační plošce.
3. Stiskněte střed navigační plošky. Tím zobrazíte vybraný snímek.
4. Chcete-li se vrátit do živého režimu, opakovaně stiskněte tlačítko Storno  nebo stiskněte tlačítko Archiv 



7.5 Odstranění obrazu

7.5.1 Obecně

Z vnitřní paměti kamery lze odstranit jeden nebo více snímků.

7.5.2 Postup

Použijte následující postup:

1. Stiskněte tlačítko Archiv 
2. Vyberte snímek, který chcete zobrazit, stisknutím tlačítka vlevo/vpravo nebo nahoru/dolů na navigační plošce.
3. Stiskněte střed navigační plošky. Tím zobrazíte vybraný snímek.
4. Stiskněte střed navigační plošky. Tím zobrazíte panel nástrojů.
5. Na panelu nástrojů vyberte možnost *Odstranit* .


7.6 Odstranění všech obrazů

7.6.1 Obecně

Z vnitřní paměti kamery můžete odstranit všechny snímky.

7.6.2 Postup

Použijte následující postup:

1. Stiskněte střed navigační plošky. Tím zobrazíte panel nástrojů.
2. Na panelu nástrojů vyberte možnost *Možnosti* . Tím zobrazíte dialogové okno.
3. V dialogovém okně vyberte možnost *Nastavení zařízení*. Tím zobrazíte dialogové okno.
4. V dialogovém okně vyberte možnost *Obnovit*. Tím zobrazíte dialogové okno.
5. V dialogovém okně vyberte možnost *Odstranit všechny uložené snímky*.



7.7 Měření teploty pomocí bodového měřiče

7.7.1 Obecně

Teplotu lze měřit pomocí bodového měřiče. V takovém případě se na obrazovce zobrazí teplota v místě bodového měřiče.

7.7.2 Postup

Použijte následující postup:

1. Stiskněte střed navigační plošky. Tím zobrazíte panel nástrojů.
2. Na panelu nástrojů vyberte možnost *Měření* . Tím zobrazíte panel nástrojů.
3. Na panelu nástrojů vyberte možnost *Středový bod* .
Teplota v místě bodového měřiče se nyní zobrazí v levém horním rohu obrazovky.



7.8 Měření nejvyšší teploty v oblasti

7.8.1 Obecně

Můžete změřit nejvyšší teplotu v dané oblasti. Zobrazí se pohyblivé měření bodu značící nejvyšší teplotu.

7.8.2 Postup

Použijte následující postup:

1. Stiskněte střed navigační plošky. Tím zobrazíte panel nástrojů.
2. Na panelu nástrojů vyberte možnost *Měření* . Tím zobrazíte panel nástrojů.
3. Na panelu nástrojů vyberte možnost *Automatické měření nejteplejšího bodu* .



7.9 Měření nejnižší teploty v oblasti

7.9.1 Obecně

Můžete změřit nejnižší teplotu v dané oblasti. Zobrazí se pohyblivé měření bodu značící nejnižší teplotu.

7.9.2 Postup



Použijte následující postup:

1. Stiskněte střed navigační plošky. Tím zobrazíte panel nástrojů.
2. Na panelu nástrojů vyberte možnost *Měření* . Tím zobrazíte panel nástrojů.
3. Na panelu nástrojů vyberte možnost *Automatické měření nejchladnějšího bodu* .

7.10 Skrytí měřicích nástrojů

7.10.1 Postup

Použijte následující postup:

1. Stiskněte střed navigační plošky. Tím zobrazíte panel nástrojů.
2. Na panelu nástrojů vyberte možnost *Měření* . Tím zobrazíte panel nástrojů.
3. Na panelu nástrojů vyberte možnost *Bez měření* .


7.11 Změna palety barev

7.11.1 Obecně

Můžete změnit paletu barev, kterou kamera používá k zobrazení různých teplot. Jiná paleta může usnadnit analýzu obrazu.

7.11.2 Postup

Použijte následující postup:

1. Stiskněte střed navigační plošky. Tím zobrazíte panel nástrojů.
2. Na panelu nástrojů vyberte možnost *Barva* . Tím zobrazíte panel nástrojů.
3. Na panelu nástrojů vyberte novou paletu barev.

7.12 Změna režimu snímku

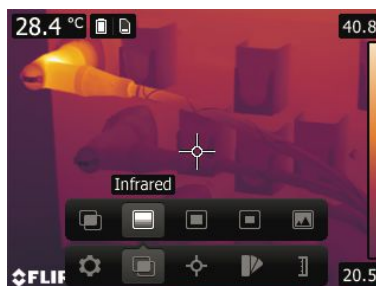
7.12.1 Obecně

Kamera může fungovat ve čtyřech různých režimech snímku:

- *MSX* (multispektrální dynamické snímky): Kamera zobrazí infračervený snímek se zvýrazněnými okraji objektů.



- *Infračervený režim*: Kamera zobrazí plně tepelný snímek.



- *Obrázek v obrázku*: Kamera zobrazí snímek digitální kamery, na němž bude velký rámeček infračerveného snímku.









- *Digitální kamera:* Kamera zobrazí snímek digitální kamery.



7.12.2 Postup

Použijte následující postup:

1. Stiskněte střed navigační plošky. Tím zobrazíte panel nástrojů.
2. Na panelu nástrojů vyberte možnost *Režim snímku* . Tím zobrazíte panel nástrojů.
3. Na panelu nástrojů vyberte jednu z následujících možností:
 - *MSX* 
 - *Infračervený režim* 
 - *Obrázek v obrázku (velký)* 
 - *Obrázek v obrázku (malý)* 
 - *Digitální kamera* 

7.13 Změna režimu teplotní stupnice

7.13.1 Obecně

Kamera může fungovat ve dvou režimech teplotní stupnice:

- Režim *Automatický:* V tomto režimu je kamera neustále automaticky nastavována za účelem získání nejlepšího jasu a kontrastu snímku.
- Režim *Zamknout:* V tomto režimu kamera uzamkne rozsah a úroveň teplot.

7.13.2 Kdy používat režim Zamknout

Typická situace pro použití režimu *Zamknout* je při hledání teplotních anomálií u dvou konstrukčně shodných položek.




Pokud například pozorujete dva kabely a máte podezření, že jeden kabel se přehřívá, bude v režimu *Zamknout* jasně zobrazeno, který kabel se přehřívá. Vyšší teplota kabelu vytvoří *světlejší* barvu pro vyšší teplotu.

Pokud místo toho používáte režim *Automatický*, barvy obou položek budou vypadat shodně.

7.13.3 Postup

Použijte následující postup:

1. Stiskněte střed navigační plošky. Tím zobrazíte panel nástrojů.

2. Na panelu nástrojů vyberte možnost *Teplotní stupnice* . Tím zobrazíte panel nástrojů.
3. Na panelu nástrojů vyberte jednu z následujících možností:
 - *Automatický* .
 - *Zamknout* .

7.14 Nastavení emisivity jako vlastnosti povrchu

7.14.1 Obecně


Pro přesné teplotní měření potřebuje kamera informace o typu měřeného povrchu. Můžete vybrat z následujících vlastností povrchu:

- *Matný.*
- *Polomatný.*
- *Pololesklý.*

Další informace o emisivitě naleznete v části 14 *Techniky měření teplot*, strana 32.

7.14.2 Postup

Použijte následující postup:

1. Stiskněte střed navigační plošky. Tím zobrazíte panel nástrojů.
2. Na panelu nástrojů vyberte možnost *Možnosti* . Tím zobrazíte dialogové okno.
3. V dialogovém okně vyberte možnost *Parametry měření*. Tím zobrazíte dialogové okno.
4. V dialogovém okně vyberte možnost *Emisivita*. Tím zobrazíte dialogové okno.
5. V dialogovém okně vyberte jednu z následujících možností:
 - *Matný.*
 - *Polomatný.*
 - *Pololesklý.*

7.15 Nastavení emisivity jako vlastního materiálu


7.15.1 Obecně

Namísto zadávání vlastností povrchu z možností matný, polomatný nebo pololesklý můžete zadat vlastní materiál ze seznamu materiálů.

Další informace o emisivitě naleznete v části 14 *Techniky měření teplot*, strana 32.

7.15.2 Postup

Použijte následující postup:

1. Stiskněte střed navigační plošky. Tím zobrazíte panel nástrojů.
2. Na panelu nástrojů vyberte možnost *Možnosti* . Tím zobrazíte dialogové okno.
3. V dialogovém okně vyberte možnost *Parametry měření*. Tím zobrazíte dialogové okno.
4. V dialogovém okně vyberte možnost *Emisivita*. Tím zobrazíte dialogové okno.
5. V dialogovém okně vyberte možnost *Vlastní materiál*. Tím zobrazíte seznam materiálů se známou emisivitou.
6. Vyberte materiál ze seznamu.

7.16 Změna emisivity jako vlastní hodnoty

7.16.1 Obecně

Pro velice přesná měření je potřeba místo výběru vlastnosti povrchu nebo vlastního materiálu nastavit emisivitu. Namísto prostého výběru vlastnosti povrchu je třeba vědět, jaký má emisivita a odrazivost vliv na měření.


Emisivita je vlastnost, která udává, kolik záření objekt emituje v porovnání s odráženým zářením. Zatímco nižší hodnota znamená, že větší část záření je odrážena, vyšší hodnota označuje nižší poměr odráženého záření.

Zatímco například leštěná nerezová ocel má hodnotu emisivity 0,14, strukturované podlahové PVC má hodnotu emisivity obvykle 0,93.

Další informace o emisivitě naleznete v části 14 *Techniky měření teplot*, strana 32.

7.16.2 Postup

Použijte následující postup:

1. Stiskněte střed navigační plošky. Tím zobrazíte panel nástrojů.
2. Na panelu nástrojů vyberte možnost *Možnosti* . Tím zobrazíte dialogové okno.
3. V dialogovém okně vyberte možnost *Parametry měření*. Tím zobrazíte dialogové okno.
4. V dialogovém okně vyberte možnost *Emisivita*. Tím zobrazíte dialogové okno.
5. V dialogovém okně vyberte možnost *Vlastní hodnota*. Tím zobrazíte dialogové okno, kde můžete nastavit vlastní hodnotu.

7.17 Změna odražené zdánlivé teploty


7.17.1 Obecně

Tento parametr se používá ke kompenzaci záření odraženého objektem. Je-li emisivita nízká a teplota objektu se od odražené teploty významně liší, bude důležité správně nastavit a kompenzovat odraženou zdánlivou teplotu.

Další informace o odražené zdánlivé teplotě naleznete v části 14 *Techniky měření teplot*, strana 32.

7.17.2 Postup

Použijte následující postup:

1. Stiskněte střed navigační plošky. Tím zobrazíte panel nástrojů.
2. Na panelu nástrojů vyberte možnost *Možnosti* . Tím zobrazíte dialogové okno.
3. V dialogovém okně vyberte možnost *Parametry měření*. Tím zobrazíte dialogové okno.
4. V dialogovém okně vyberte možnost *Odražená teplota*. Tím zobrazíte dialogové okno, kde můžete nastavit hodnotu.

7.18 Změna nastavení

7.18.1 Obecně


Různá nastavení kamery lze změnit. Mezi tato nastavení patří:

- *Oblast a čas:*
 - *Jazyk.*
 - *Jednotka teploty.*
 - *Datum a čas.*
 - *Formát data a času.*
- *Obnovit:*
 - *Obnovit výchozí režim kamery.*
 - *Obnovit nastavení výrobce.*
 - *Odstranit všechny uložené snímky.*
- *Napájení:*
 - *Automatické vyp..*
 - *Intenzita displeje.*

-
- *Uložit samostatný digitální snímek*: Je-li vybrán tento příkaz nabídky, digitální fotografie z vizuální kamery se uloží v plném zorném poli jako samostatný snímek ve formátu JPEG.
 - *Demonstration mode*: Tento příkaz nabídky poskytuje režim kamery, který zobrazuje různé snímky obrazy bez jakéhokoliv zásahu uživatele). Tento režim kamery je určen pro demonstrační účely nebo pro vystavení kamery v obchodě.
 - *Off*.
 - *Electrical applications*.
 - *Building applications*.
 - *Informace o kameře*: Tento příkaz nabídky zobrazí různé informace o kameře, například model, sériové číslo, verzi softwaru, datum poslední kalibrace atd.

7.18.2 Postup

Použijte následující postup:

1. Stiskněte střed navigační plošky. Tím zobrazíte panel nástrojů.
2. Na panelu nástrojů vyberte možnost *Možnosti* . Tím zobrazíte dialogové okno.
3. V dialogovém okně vyberte možnost *Nastavení zařízení*. Tím zobrazíte dialogové okno.
4. V dialogovém okně vyberte nastavení, která chcete změnit, a pomocí navigační plošky zobrazte další dialogová okna.

7.19 Aktualizace kamery

7.19.1 Obecně

Chcete-li získat výhody našeho nejnovějšího firmwaru pro kameru, je třeba kameru aktualizovat. Kamera se aktualizuje pomocí aplikace FLIR Tools.

7.19.2 Postup

Použijte následující postup:

1. Spusťte FLIR Tools.
2. Zapněte kameru.
3. Připojte kameru k počítači pomocí kabelu USB.
4. V nabídce *Nápověda* v aplikaci FLIR Tools klikněte na možnost *Vyhledat aktualizace*.
5. Postupujte podle instrukcí na obrazovce.

Technické údaje tohoto produktu naleznete v katalogu produktů nebo v technických listech na disku CD-ROM s uživatelskou dokumentací, který je dodáván s produktem.

Katalog produktů a technické listy jsou k dispozici i na <http://support.flir.com>.



August 8, 2013 AQ320035

CE Declaration of Conformity

This is to certify that the Systems listed below have been designed and manufactured to meet the requirements, as applicable, of the following EU-Directives and corresponding harmonising standards. The systems consequently meet the requirements for the CE-mark.

Directives:

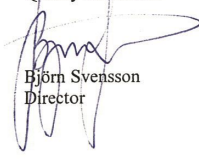
Directive 2004/108/EC; Electromagnetic Compatibility
Directive 2006/95/EC; "Low voltage Directive" (Power Supply)

Standards:

Emission: EN 61000-6-3; Electro magnetic Compatibility
Generic standards - Emission
Immunity: EN 61000-6-2; Electro magnetic Compatibility;
Generic standards - Immunity
Safety (Power Supply): EN 60950 (or other)
Safety of information technology
equipment

Systems: **FLIR EX**

FLIR Systems AB
Quality Assurance



Björn Svensson
Director

FLIR Systems AB • Antennvägen 6 • P.O. Box 7376 • SE-187 15 Täby • Sweden
Telephone: +46 8 753 25 00 • Telefax: +46 8 753 23 64
Registered No: 556256-6579
www.flir.se

10.1 Pouzdro kamery, kabely a další součásti

10.1.1 Kapaliny

Použijte jednu z těchto kapalin:

- Teplá voda
- Slabý roztok čisticího prostředku

10.1.2 Zařízení

Měkká látka

10.1.3 Postup

Použijte následující postup:

1. Namočte látku do kapaliny.
2. Vyždímejte z látky nadbytečnou kapalinu.
3. Pomocí látky součást vyčistěte.



UPOZORNĚNÍ

K čištění kamery, kabelů a dalšího příslušenství nepoužívejte žádná ředidla ani jiné podobné kapaliny. Mohly by je poškodit.

10.2 Infračervený objektiv

10.2.1 Kapaliny

Použijte jednu z těchto kapalin:

- Běžně dostupná čisticí kapalina pro objektivy, s obsahem izopropylalkoholu vyšším než 30 %.
- 96 % etylalkohol (C₂H₅OH).
- DEE (= „éter“ = dietyléter, C₄H₁₀O).
- 50% aceton (= dimetylketon, (CH₃)₂CO) + 50% etylalkohol (objemově). Tato kapalina zabraňuje vzniku skvrn na objektivu po vysušení kapaliny.

10.2.2 Zařízení

Bavlněný tampón

10.2.3 Postup

Použijte následující postup:

1. Namočte bavlněný tampón do kapaliny.
2. Vyždímejte z bavlněné látky nadbytečnou kapalinu.
3. Vyčistěte bavlněným tampónem objektiv pouze jednou a pak jej vyřadte.



VAROVÁNÍ

Než použijete stanovenou kapalinu, nezapomeňte si přečíst příslušné bezpečnostní tabulky materiálů a výstražné štítky na nádobách: kapaliny mohou být nebezpečné.



UPOZORNĚNÍ

- Při čištění infračerveného objektivu buďte opatrní. Objektiv je opatřen jemným antireflexním povlakem.
- Nečistěte infračervený objektiv příliš důrazně. Mohlo by dojít k poškození antireflexního povlaku.

11.1 Poškození vlhkostí a vodou

11.1.1 Obecně

Infračervenou kamerou je často možné detekovat poškození domu vlhkostí a vodou. Částečně je to proto, že poškozená oblast má jiné vlastnosti při vedení tepla a částečně proto, že má rozdílnou tepelnou akumulační schopnost než okolní materiál.

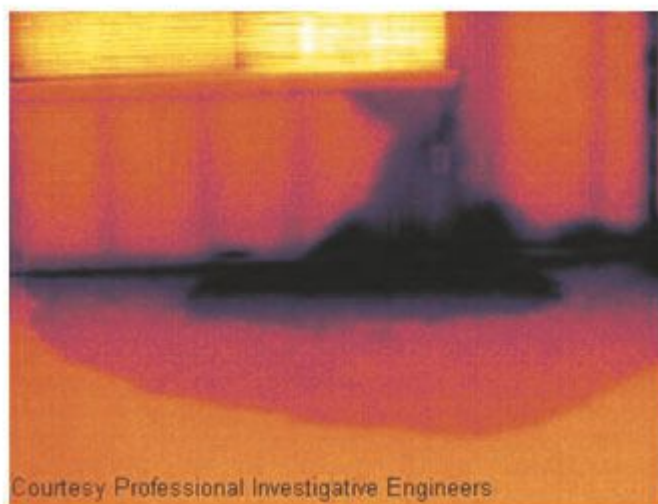
POZNÁMKA

Na tom, jak se bude poškození vlhkostí a vodou projevovat na infračerveném snímku, se podílí mnoho faktorů.

Zahřívání a chlazení těchto míst například probíhá různou rychlostí v závislosti na materiálu i denní době. Z tohoto důvodu je důležité používat pro detekci poškození vlhkostí a vodou i jiné metody.

11.1.2 Obrázek

Na snímku níže je znázorněno rozsáhlé poškození vodou na vnější zdi, kde voda pronikla přes vnější fasádu kvůli nesprávně zabudovanému okennímu parapetu.



11.2 Vadný kontakt v zásuvce

11.2.1 Obecně

V závislosti na typu zapojení v zásuvce může nedostatečně zapojený vodič vést k lokálnímu nárůstu teploty. Tento nárůst teploty je způsoben zmenšenou styčnou plochou mezi přípojným bodem přicházejícího vodiče a zásuvkou a může způsobit požár elektroinstalace.

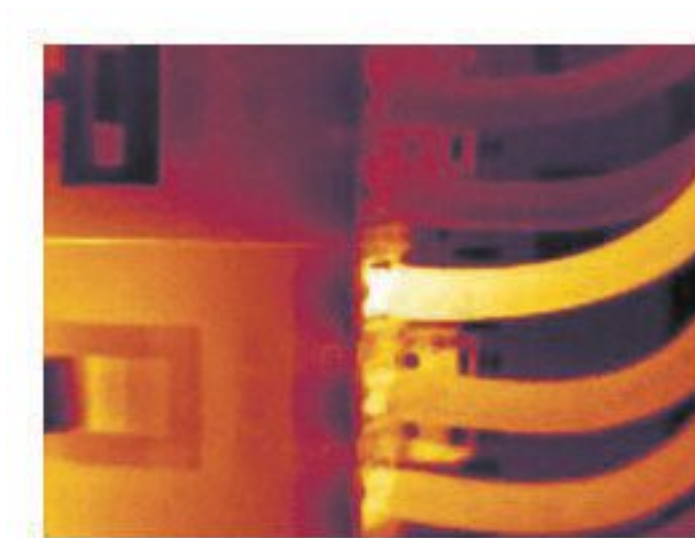
POZNÁMKA

Konstrukce zásuvek se může u různých výrobců podstatným způsobem lišit. Z tohoto důvodu mohou různé závady v zásuvce vést ke stejnému typickému nálezům na infračerveném snímku.

Lokální nárůst teploty také může být způsoben nedostatečným kontaktem mezi vodičem a zásuvkou nebo následkem rozdílu v zatížení.

11.2.2 Obrázek

Na snímku níže je znázorněno zapojení vodiče do zásuvky, kde nedostatečný kontakt v zapojení způsobil lokální nárůst teploty.



11.3 Zoxidovaná zásuvka

11.3.1 Obecně

V závislosti na typu zásuvky a na prostředí, ve kterém je zásuvka nainstalována, se na kontaktních plochách zásuvky mohou objevovat oxidy. Tyto oxidy mohou vést k lokálnímu zvýšení odporu při zatížení zásuvky, což se může na infračerveném snímku jevit jako lokální nárůst teploty.

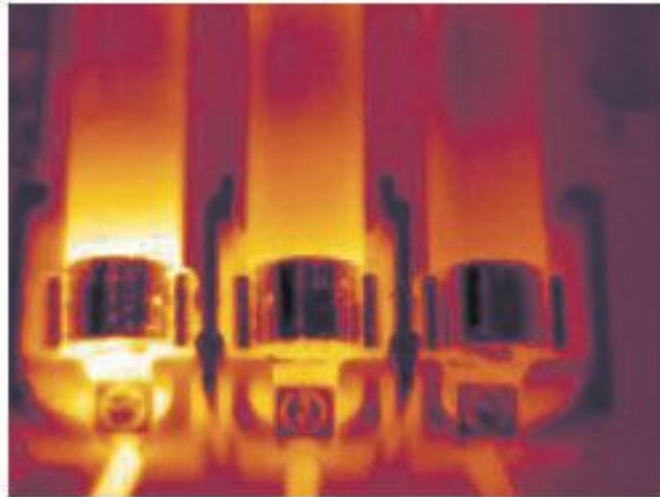
POZNÁMKA

Konstrukce zásuvek se může u různých výrobců podstatným způsobem lišit. Z tohoto důvodu mohou různé závady v zásuvce vést ke stejnému typickému nálezu na infračerveném snímku.

Lokální nárůst teploty také může být způsobem nedostatečným kontaktem mezi vodičem a zásuvkou nebo následkem rozdílu v zatížení.

11.3.2 Obrázek

Na snímku níže je znázorněno několik pojistek a jedna z pojistek má zvýšenou teplotu v místě kontaktu se svým držákem. Vzhledem k tomu, že držák pojistky je z čistého kovu, není na něm nárůst teploty pozorovatelný, ale je pozorovatelný na keramickém materiálu pojistky.



11.4 Nedostatky izolace

11.4.1 Obecně

Nedostatky v izolaci mohou vznikat tím, že izolace ztrácí v průběhu času objem a tudíž nevyplňuje zcela dutiny v kostrové stěně.

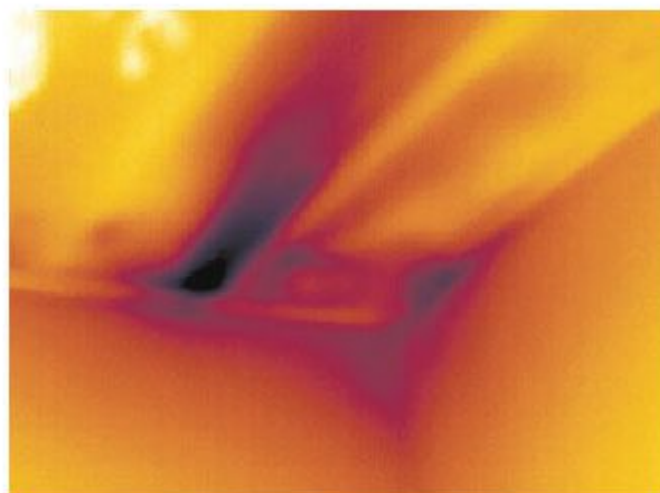
Infračervená kamera vám umožní tyto nedostatky v izolaci prohlížet, protože tato místa mají buďto jiné vlastnosti při vedení tepla než části se správně zabudovanou izolací, anebo proto, že ukáže, kde vzduch proniká krostou budovy.

POZNÁMKA

Při kontrole budovy by teplotní rozdíl mezi vnitřním a vnějším prostorem měl být alespoň 10 °C. Spoje, vodovodní potrubí, betonové sloupy a podobné součásti mohou na infračerveném snímku připomínat nedostatek v izolaci. Přirozeně může docházet k menším rozdílům.

11.4.2 Obrázek

Na snímku níže chybí izolace v rámu střechy. Kvůli nedostatku izolace si vzduch našel cestu do konstrukce střechy, a proto má místo na infračerveném snímku jiný charakteristický vzhled.



11.5 Průvan

11.5.1 Obecně

Průvan se vyskytuje pod soklovými lištami, okolo rámců dveří a oken a nad obložením stropu. Tento typ průvanu je často pozorovatelný infračervenou kamerou, protože proud chladnějšího vzduchu ochlazuje okolní povrch.

POZNÁMKA

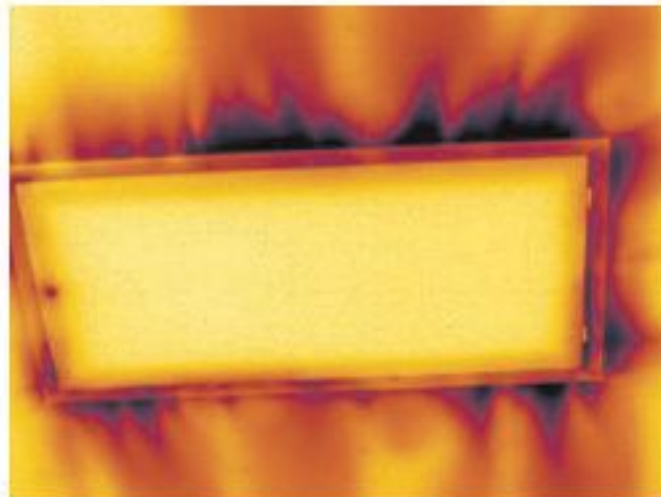
Když zkoumáte průvan v domě, měl by v něm být tlak nižší než atmosférický. Zavřete všechny dveře, okna a větrací kanály. Nechejte nějakou dobu běžet kuchyňský odsavač par a pak pořídte infračervené snímky.

Infračervený snímek průvanu obvykle vykazuje typický tvar proudění. Takový tvar proudění můžete jasně vidět na obrázku níže.

Také pamatujte, že průvan může být zakrýván teplem z obvodů podlahového topení.

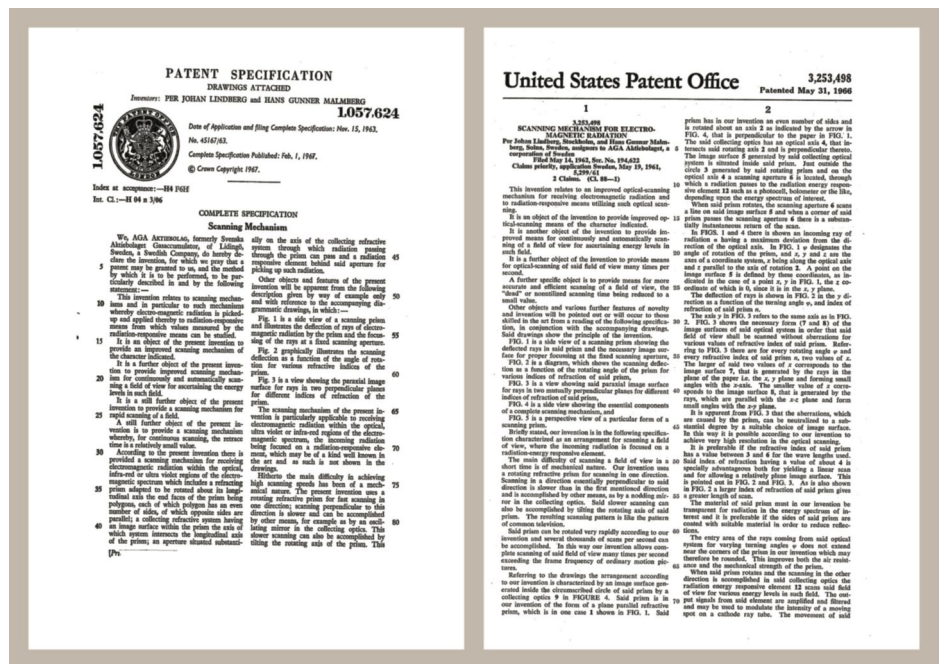
11.5.2 Obrázek

Na snímku níže jsou znázorněny stropní dveře, u kterých nesprávná montáž vedla k silnému průvanu.



Informace o společnosti FLIR Systems

Společnost FLIR Systems byla založena v roce 1978 jako průkopník v oblasti vývoje vysoce výkonných infračervených zobrazovacích systémů (termovizních kamer) a stala se přední světovou společností v navrhování, výrobě a prodeji teplotních zobrazovacích systémů pro širokou škálu komerčního a průmyslového využití i využití státními institucemi. Dnes společnost FLIR Systems zahrnuje pět velkých společností, které od roku 1958 dosáhly značných úspěchů v oblasti infračervených technologií —švédskou společnost AGEMA Infrared Systems (dříve AGA Infrared Systems), tři americké společnosti Indigo Systems, FSI a Inframetrics a francouzskou společností Cedip. V listopadu 2007 provedla společnost FLIR Systems akvizici Extech Instruments.



Obrázek 12.1 Patentové listiny ze začátku 60. let minulého století

Společnost prodala po celém světě více než 258,000 infračervených kamer využívaných například pro prediktivní údržbu, výzkum a vývoj, nedestruktivní zkoušky, řízení a automatizaci procesů, zobrazování strojů a mnohé další oblasti.

Společnost FLIR Systems má tři výrobní závody ve Spojených státech (ve městech Portland ve státě Oregon, Boston ve státě Massachusetts a Santa Barbara v Kalifornii) a jeden ve Švédsku (Stockholm). Od roku 2007 má také výrobní závod v Tallinu v Estonsku. Podporu pro naši mezinárodní klientelu zajišťují kanceláře pro přímý prodej v Belgii, Brazílii, Číně, Francii, Německu, Velké Británii, Hongkongu, Itálii, Japonsku, Koreji, Švédsku a USA, společně s celosvětovou sítí obchodních zástupců a distributorů.

Společnost FLIR Systems je v čele inovací v oboru infračervených kamer. Předvídáme poptávku na trhu neustálým vylepšováním našich stávajících kamer a vývojem kamer nových. Společnost vždy vytvářela milníky v navrhování a vývoji produktů například tím, že uvedla na trh první přenosnou kameru pro průmyslové kontroly napájenou z akumulátorů nebo první nechlazenou infračervenou kameru.



Obrázek 12.2 VLEVO: Thermovision Model 661 z roku 1969. Kamera vážila přibližně 25 kg, osciloskop 20 kg a stativ 15 kg. Operátor také potřeboval generátor 220 VAC a 10litrovou nádobu s tekutým dusíkem. Vlevo od osciloskopu je vidět připojený Polaroid (6 kg). VPRAVO: FLIR i7 z roku 2012. Hmotnost: 0,34 kg, včetně baterie.

Společnost FLIR Systems vyrábí všechny nezbytné mechanické i elektronické součásti kamerových systémů. Naši technici provádějí a kontrolují všechny fáze výroby – od návržení a výroby detektoru, přes čočky a elektroniku systému, až po závěrečné zkoušky a kalibraci. Hluboké znalosti těchto odborníků na infračervené technologie zajišťují přesnost a spolehlivost nejdůležitějších součástí infračervené kamery.

12.1 Více než jen infračervená kamera

Ve společnosti FLIR Systems si uvědomujeme, že naším úkolem není jen samotná výroba infračervených kamerových systémů. Naším cílem je umožnit uživatelům našich infračervených kamerových systémů pracovat efektivněji tak, že jim nabídneme co nejvýkonnější kombinaci kamery a softwaru. V naší společnosti vyvíjíme software pro prognostiku údržby, pro výzkum a vývoj a pro sledování procesů přesně podle přání zákazníků. Většina softwarových aplikací je k dispozici v řadě jazykových mutací.

Podporujeme naše infračervené kamery širokou škálou příslušenství, abyste mohli své zařízení přizpůsobit těm nejnáročnějším požadavkům v oblasti použití infračervených technologií.

12.2 Sdílení našich znalostí

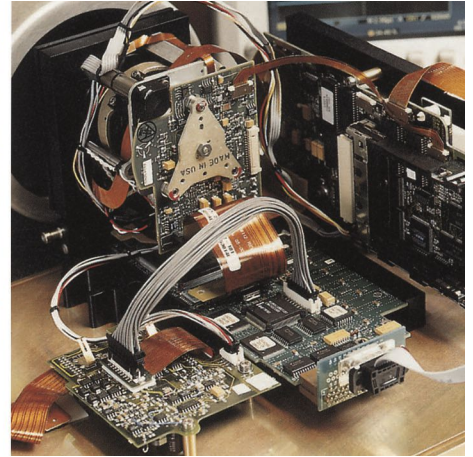
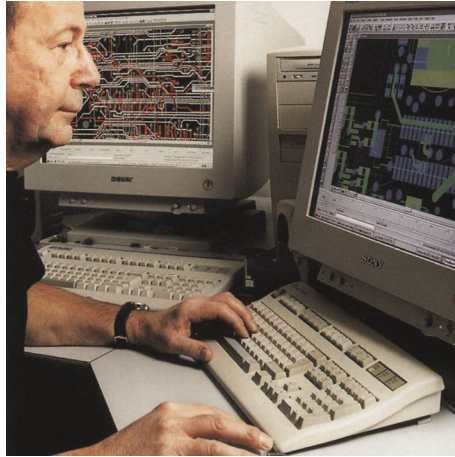
I když jsou naše kamery konstruované tak, aby se s nimi uživatelům co nejlépe pracovalo, měli byste o termografii vědět více, než jen jak obsluhovat kameru. Proto společnost FLIR Systems založila Školicí středisko pro infračervené technologie (ITC), samostatnou obchodní jednotku, která poskytuje certifikovaná školení. Účast na některém z těchto kurzů ITC vám poskytne skutečně praktické zkušenosti.

K dispozici jsou vám rovněž pracovníci ITC, kteří vám budou poskytovat podporu s aplikacemi, již byste mohli potřebovat při uvádění infračervené teorie do praxe.

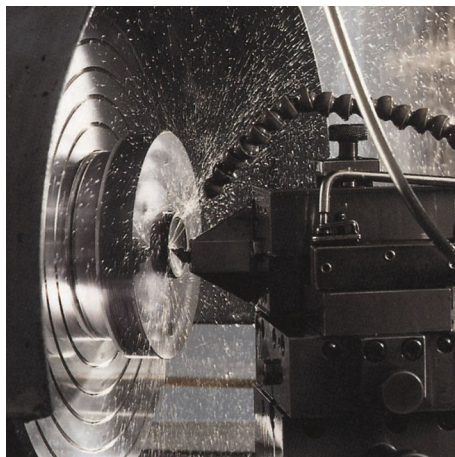
12.3 Podpora našich zákazníků

Společnost FLIR Systems provozuje celosvětovou servisní síť, která zajišťuje trvalou funkčnost vaší kamery. Pokud by se u kamery vyskytly potíže, místní servisní střediska mají veškeré vybavení i know-how, které jim umožňují váš problém vyřešit v co nejkratším čase. Není tedy nutné kameru posílat na druhý konec světa nebo mluvit s někým, kdo nerozumí vašemu jazyku.

12.4 Několik obrázků z našich závodů



Obrázek 12.3 VLEVO: Vývoj systémové elektroniky; VPRAVO: Testování FPA detektoru



Obrázek 12.4 VLEVO: Diamantový soustruh; VPRAVO: Leštění čoček



Obrázek 12.5 VLEVO: Testování IČ kamer v klimatické komoře; VPRAVO: Robot pro testování a kalibraci kamer

absolutně černé těleso	Těleso pohlcující veškeré záření na něj dopadající. Těleso vyzařující na všech vlnových délkách při dané teplotě maximální dosažitelnou zářivou energii.
atmosféra	Plyny mezi měřeným objektem a kamerou, obvykle vzduch.
automatická paleta	Infračervený obraz se zobrazuje s nerovnoměrným rozložením barev – zároveň se zobrazují studené i teplé objekty.
automatické nastavení	Funkce, která kameře umožňuje provádět interní korekci obrazu.
barevná teplota	Teplota, při které se barva černého tělesa shoduje s danou barvou.
dutinový zářič	Těleso s dutinou ve tvaru válce a s vysokou pohltivostí dutiny. Výstupní otvor dutiny je výstupem zářivého toku.
duální izoterma	Izoterma se dvěma barevnými pásy namísto jednoho.
emisivita (emisní činitel)	Poměr celkového množství zářivé energie z povrchu tělesa při dané teplotě k celkovému množství zářivé energie absolutně černého tělesa při téže teplotě. Číslo mezi 0 a 1.
externí optika	Přídavné optické prvky, filtry, teplotní clony atd., které lze vložit mezi kameru a měřený objekt.
filtr	Materiál propustný pouze pro určité vlnové délky infračerveného záření.
FOV	Field of view (zorné pole): vodorovný úhel, který lze prohlížet pomocí infračerveného objektivu.
FPA	Focal plane array: typ infračerveného detektoru.
IFOV	Instantaneous field of view (okamžité zorné pole): Parametr určující geometrické rozlišení infračervené kamery.
infračervené záření	Neviditelné záření s vlnovou délkou v rozmezí 2–13 μm .
IR	infračervené záření
izoterma	Funkce zvýrazňující ty části obrazu, které jsou nad, pod nebo mezi jedním či více teplotními intervaly.
izotermní dutina	Těleso s dutinou ve tvaru válce a se stálou teplotou. Výstupní otvor dutiny je výstupem zářivého toku.
korekce obrazu (interní nebo externí)	Způsob kompenzace rozdílů citlivosti v různých částech živých obrazů a také stabilizace kamery.
Laser LocatIR	Elektricky napájený zdroj světla na kameře, který vydává laserové záření v tenkém koncentrovaném paprsku, kterým se ukazuje na určité části objektu před kamerou.
laserové ukazovátko	Elektricky napájený zdroj světla na kameře, který vydává laserové záření v tenkém koncentrovaném paprsku, kterým se ukazuje na určité části objektu před kamerou.
NETD	Noise equivalent temperature difference (šumový ekvivalent rozdílu teplot). Parametr určující úroveň šumu infračervené kamery.
odhadovaná propustnost atmosféry	Hodnota propustnosti vložená uživatelem – nahrazuje vypočítanou propustnost.

odrazivost	Množství záření tělesem odražené v poměru k záření dopadajícím na těleso. Číslo mezi 0 a 1.
paleta	Sada barev používaných k zobrazení infračerveného obrazu.
parametry objektu	Skupina hodnot popisující okolnosti, za nichž bylo provedeno měření objektu, a samotný objekt (například emisivita, odražená zdánlivá teplota, vzdálenost atd.).
pixel	Zkratka výrazu <i>picture element</i> (obrazový prvek). Jednotlivý bod obrazu.
pohltivost (činitel pohltivosti)	Množství záření tělesem pohlceného v poměru k záření dopadajícímu na těleso. Číslo mezi 0 a 1.
prostředí	Objekty a plyny v okolí měřeného objektu, které vyzařují zářivou energii ve směru k tomuto objektu.
proudění	Vedení je způsob přenosu tepla, kdy je kapalina působením gravitace nebo jiné síly uvedena do pohybu a přenáší teplo z jednoho místa do druhého.
průběžné nastavení	Funkce, která nastavuje obraz. Tato funkce, je-li navolena, průběžně nastavuje jas a kontrast podle obsahu obrazu.
radiace	Proces, při kterém objekt nebo plyn vyzařuje elektromagnetickou energii.
referenční teplota	Teplota, s níž lze porovnávat měřené hodnoty teplot.
relativní vlhkost	Relativní vlhkost představuje poměr mezi aktuální hmotností vodní páry ve vzduchu a maximální hmotností vodní páry, kterou by vzduch obsahoval ve stavu nasycení.
rozmezí	Interval teplotní stupnice, obvykle vyjádřený jako hodnota signálu.
rozsah	Aktuální celkový rozsah teplot, který lze měřit IČ kamerou. Kamery mohou mít několik rozsahů. Vyjadřuje se ve dvou teplotách černého tělesa, které vymezují aktuální kalibraci.
rozsah teplot	Aktuální celkový rozsah teplot, který lze měřit IČ kamerou. Kamery mohou mít několik rozsahů. Vyjadřuje se ve dvou teplotách černého tělesa, které vymezují aktuální kalibraci.
ruční nastavení	Způsob nastavení obrazu ruční změnou určitých parametrů.
saturační barva	Plochy s teplotou mimo aktuální nastavení úrovně/rozmezí jsou zbarveny saturačními barvami. Saturační barvy jsou dvě – označují ‘přesažení’ a ‘nedosažení’ úrovně/rozmezí. Existuje ještě třetí, červená saturační barva, která označuje vše saturované detektorem, což pravděpodobně znamená, že byste měli upravit rozsah.
signál objektu	Nekalibrovaná hodnota vztážená k množství záření, které kamera přijala z objektu.
spektrální intenzita vyzařování	Množství energie vyzářené z objektu za jednotku času na danou plochu a vlnovou délku ($W/m^2/\mu m$)
stupnice teplot	Grafické zobrazení teplot v IČ obrazu ve formě sloupce s horní mezí (nejvyšší teplota) a spodní mezí (nejnižší teplota).
teplotní rozdíl neboli rozdíl teplot	Hodnota, která je výsledkem odečtení dvou teplotních hodnot.
termogram	infračervený obraz

transparentní izoterma	Průhledná izoterma zobrazující místa stejné úrovně signálu v termogramu, která nepřekrývá zvýrazňovaná místa v IČ obrazu.
vedení	Proces, při němž dochází k difúzi tepla do materiálu.
vizuální	Označuje videorežim IČ kamery (přírozně viditelný obraz) na rozdíl od normálního termografického režimu. Kamera ve videorežimu zaznamenává videoobrazy a v IČ režimu termografické obrazy - termogramy.
vypočítaná propustnost atmosféry	Hodnota propustnosti vypočítaná z teploty, relativní vlhkosti vzduchu a vzdálenosti objektu.
vyzařování	Množství energie vyzařené z objektu za jednotku času na danou plochu a úhel ($W/m^2/sr$)
vyzařování (intenzita)	Množství zářivé energie z jednotkového elementu povrchu tělesa a plochy tohoto elementu za jednotku času (W/m^2)
zářivý výkon	Množství energie vyzařené objektem za jednotku času (W)
zářič	Součást zařízení vydávajícího IR záření.
úroveň	Střední hodnota stupnice teplot, obvykle vyjádřená jako hodnota signálu.
černé těleso	Těleso blízké se svými vlastnostmi absolutně černému tělesu. Používá se ke kalibraci IČ kamer.
činitel propustnosti (nebo transmitance)	Plyny a materiály mohou být více nebo méně propustné. Propustnost je množství IČ záření, které jimi může projít. Číslo mezi 0 a 1.
šedé těleso	Pojmenování tělesa, které na všech vlnových délkách vyzařuje energii, která je v určitém poměru k zářivé energii absolutně černého tělesa při téže teplotě.
šum	Nežádoucí malé rušení v infračerveném obrazu

14.1 Úvod

Infračervená kamera měří a zobrazuje objektem vyzařované infračervené záření. Skutečnost, že záření přímo závisí na povrchové teplotě objektu, umožňuje kamerě tuto teplotu vypočítat a zobrazit.

Avšak radiace měřená kamerou nezávisí pouze na teplotě objektu, ale také na emisivitě. Záření také vzniká v okolním prostředí a odráží se od objektu. Záření objektu a odražené záření jsou rovněž ovlivněny pohlcováním při průchodu atmosférou.

K přesnému měření teploty je proto nutné kompenzovat účinky různých zdrojů radiace. To kamera provádí automaticky za provozu. Do kamery je však nutné zadat následující parametry objektu:

- emisivita objektu
- teplota odraženého záření
- vzdálenost mezi objektem a kamerou
- relativní vlhkost
- teplota atmosféry

14.2 Emisivita

Nejdůležitější parametr objektu, který musí být správně určen, je emisivita. Emisivita objektu je - stručně řečeno - poměr množství záření emitovaného objektem a záření dokonalého černého tělesa stejné teploty.

Emisivita, resp. koeficient emisivity běžných materiálů a jejich upravených povrchů je přibližně v rozsahu od 0,1 do 0,95. Silně vyleštěný povrch (zrcadlo) má emisivitu velmi nízkou, nižší než 0,1, kdežto oxidovaný nebo natřený povrch má emisivitu vyšší. Olejové barvy mají ve viditelném spektru emisivitu větší než 0,9, nezávisle na jejich barvě. Lidská pokožka má emisivitu 0,97 až 0,98.

Neoxidované kovy jsou extrémním případem naprosté nepropustnosti a vysoké odrazivosti, která se příliš nemění v různých vlnových délkách. Proto je emisivita kovů nízká – zvyšuje se pouze s teplotou. Nekovy mají většinou vysokou emisivitu, která se snižuje s teplotou.

14.2.1 Zjištění emisivity vzorku

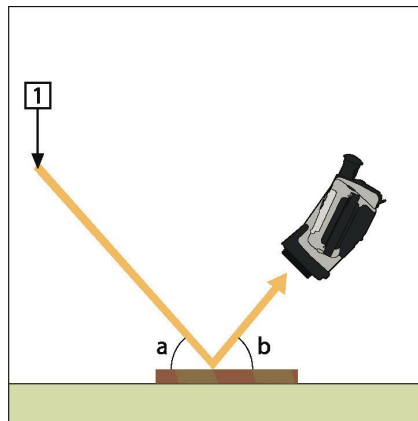
14.2.1.1 Krok 1: Určení teploty odraženého záření

Použijte některou z těchto dvou metod pro určení teploty odraženého záření:

14.2.1.1.1 Metoda 1: Přímá metoda

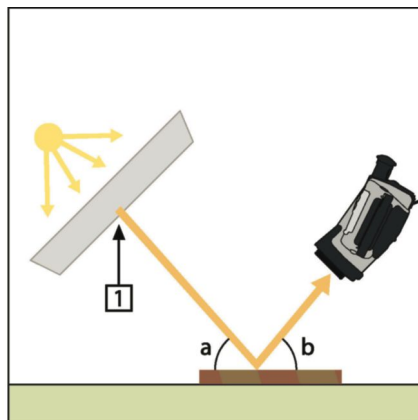
Použijte následující postup:

1. Najděte možné zdroje odrazu s ohledem na skutečnost, že úhel dopadu je roven úhlu odrazu ($a = b$).



Obrázek 14.1 1 = Zdroj odrazu

2. Je-li zdroj odrazu bodový, upravte zdroj tak, že jej přehradíte kouskem kartonu.

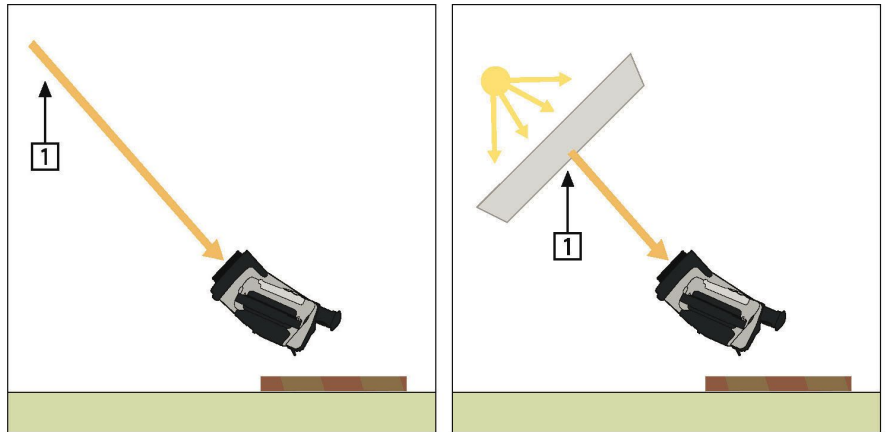


Obrázek 14.2 1 = Zdroj odrazu

3. Změřte intenzitu záření (= teplota záření) ze zdroje odrazu pomocí následujícího nastavení:

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

Intenzitu záření lze změřit pomocí jedné z těchto dvou metod:



Obrázek 14.3 1 = Zdroj odrazu

POZNÁMKA

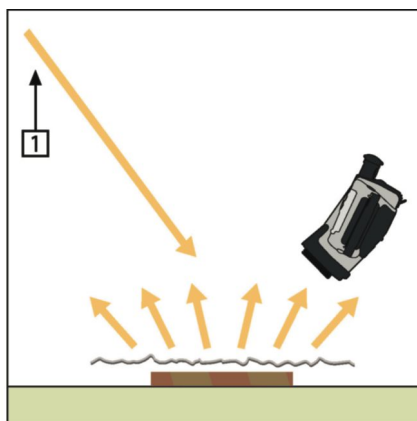
Měření odražené zdánlivé teploty pomocí termoelektrického článku není doporučeno ze dvou důležitých důvodů:

- Termoelektrický článek neměří intenzitu záření
- Termoelektrický článek vyžaduje velmi dobrý teplotní kontakt s povrchem, což obvykle znamená přilepení senzoru a jeho zakrytí teplotním izolátorem.

14.2.1.1.2 Metoda 2: Metoda odrazového zrcadla

Použijte následující postup:

1. Rozdělte velký kus hliníkové fólie na kousky.
2. Uhlad'te hliníkovou fólii a připevněte ji na desku stejné velikosti.
3. Položte desku z kartonu před objekt, který chcete měřit. Zajistěte, aby strana s hliníkovou fólií směřovala ke kameře.
4. Nastavte emisivitu na 1,0.
5. Změřte teplotu záření hliníkové fólie a zaznamenejte ji.



Obrázek 14.4 Měření teploty záření hliníkové fólie.

14.2.1.2 Krok 2: Určení emisivity

Použijte následující postup:

1. Zvolte místo, kam se položí vzorek.
2. Podle předchozího postupu určete a nastavte teplotu odraženého záření.
3. Na vzorek položte kousek elektrické pásky se známou vysokou emisivitou.
4. Zahřejte vzorek na teplotu přesahující alespoň o 20 K pokojovou teplotu. Zahřívání musí být přiměřeně rovnoměrné.
5. Zaostřete a automaticky nastavte kameru a zastavte obraz.
6. Upravte možnost *Úroveň* a *Rozmezí* pro dosažení nejlepšího jasu a kontrastu obrazu.
7. Nastavte emisivitu na hodnotu odpovídající pásce (obvykle 0,97).
8. Pomocí jedné z následujících měřicích funkcí změřte teplotu pásky:
 - *Izoterma* (pomáhá určit jak teplotu, tak rovnoměrnost zahřívání vzorku)
 - *Bod* (jednodušší)
 - *Pravouhelník Prům.* (dobré pro povrchy s proměnlivou emisivitou).
9. Zaznamenejte teplotu.
10. Přesuňte měřicí funkce na povrch vzorku.
11. Měňte nastavení emisivity, dokud neodečtete stejnou teplotu jako při předchozím měření.
12. Zaznamenejte emisivitu.

POZNÁMKA

- Zabraňte nucenému proudění
- Najděte teplotně stabilní okolí, které nebude vytvářet bodové odrazy.
- Použijte vysoce kvalitní pásku, o které víte, že není propustná a disponuje vysokou emisivitou, na kterou se můžete spolehnout.
- Tato metoda předpokládá, že je teplota pásky a povrchu vzorku stejná. Pokud tomu tak není, bude měření emisivity chybné.

14.3 Teplota odraženého záření

Tento parametr se používá ke kompenzaci záření odraženého objektem. Je-li emisivita nízká a teplota objektu relativně dosti jiná než odražená, bude důležité správně nastavit a kompenzovat teplotu odraženého záření.

14.4 Vzdálenost

Vzdáleností se míní vzdálenost mezi objektem a objektivem kamery. Tento parametr se používá ke kompenzaci těchto dvou vlivů:

- Záření cílového objektu je absorbováno atmosférou mezi objektem a kamerou.
- Záření atmosféry je detekováno kamerou.

14.5 Relativní vlhkost

Kamera může také kompenzovat skutečnost, že propustnost atmosféry rovněž závisí na její relativní vlhkosti. Proto je nutné zadat hodnotu parametru relativní vlhkosti. Pro malé vzdálenosti může být hodnota relativní vlhkosti ponechána na předvolených 50 %.

14.6 Další parametry

Některé kamery a programy pro analýzu společnosti FLIR Systems umožňují dále kompenzovat následující parametry:

- Atmosférická teplota – *t_f*, teplota atmosféry mezi kamerou a cílem.
- Teplota externí optiky – *t_e*, teplota externích čoček nebo oken použitých před kamerou.
- Transmittance externí optiky – *t_t*, transmittance externích čoček nebo oken použitých před kamerou.

Před rokem 1800 neměl nikdo tušení o existenci infračervené části elektromagnetického spektra. Původní význam infračerveného spektra často nazývaného jednoduše „infračerveného záření“ jako formy vyzařování tepla je dnes možná méně patrný než v roce 1800, kdy toto záření objevil badatel Herschel.



Obrázek 15.1 Sir William Herschel (1738–1822)

Objev byl učiněn náhodně při hledání nového optického materiálu. Sir William Herschel - dvorní astronom Jiřího III., krále Anglie, známý již svým dřívějším objevem planety Uran - hledal materiál pro optický filtr, kterým by se při pozorování slunce snížil jas obrazu v dalekohledech. Při testování různých vzorků barevných skel, která velmi podobně snižovala jas, ho zaujala skutečnost, že některými skly procházelo pouze málo slunečního tepla, kdežto jinými skly procházelo tolik tepla, že riskoval poškození očí po pouhých několika sekundách pozorování.

Herschel brzo nabyl přesvědčení, že je zapotřebí provést systematický experiment s cílem nalezení materiálu, jež by zajistil požadované snížení jasu a také maximálně omezil teplo. Začal experimentovat tím, že vlastně opakoval Newtonův experiment s hranolem, ale přitom se zaměřil na tepelný efekt, ne na viditelné rozložení světelné intenzity ve spektru. Nejprve inkoustem začernil baňku s citlivým rtuťovým teploměrem. Tímto detektorem záření testoval tepelné účinky různých barev spektra vytvářených na stole pomocí skleněného hranolu, kterým procházelo sluneční světlo. K porovnání mu sloužily jiné teploměry umístěné mimo sluneční paprsky.

Při pomalém přesouvání začerněného teploměru po barvách spektra vykazovaly zjištěné teploty stálý nárůst, od fialového konce po červený konec spektra. To nebylo až tak nečekané, jelikož italský badatel Landriani pozoroval bezmála stejný efekt při podobném experimentu v roce 1777. Byl to však Herschel, kdo jako první rozpoznal, že musí existovat bod, v němž tepelný efekt dosáhne maxima, a že při měření soustředěném na viditelnou část spektra nebyl tento bod nalezen.



Obrázek 15.2 Marsilio Landriani (1746–1815)

Posouváním teploměru do tmavé oblasti za červený konec spektra Herschel zjistil, že tepelný efekt vzrůstal. Bod maxima našel poměrně daleko od červeného konce – v místě, kterému se dnes říká "infračervené vlnové pásmo".

Když Herschel zveřejnil svůj objev, nazval tuto část elektromagnetického spektra "termometrické spektrum". Samotné záření často označoval jako "tmavé teplo" nebo prostě "neviditelné paprsky". Je paradoxní, že na rozdíl od rozšířeného názoru, to nebyl

Herschel, kdo vytvořil termín "infračervený". Toto slovo se začalo vyskytovat v tisku asi o 75 let později a je stále nejasné, kdo je jeho původcem.

To, že Herschel při svém původním experimentu použil skleněný hranol, vedlo k určitým počátečním polemikám s jeho současníky o skutečné existenci infračervených vlnových délek. Jiní badatelé ve snaze potvrdit jeho pokus používali různé druhy skla bez rozlišení, čímž ale dosahovali různé průhlednosti v infračerveném pásmu. Ve svých pozdějších experimentech si Herschel byl vědom omezené propustnosti skla vůči nově objevenému tepelnému záření a byl nucen dojít k závěru, že jako optické prvky pro infračervené záření bude možné používat výhradně odrazující prvky (tj. rovná a zakřivená zrcadla). Naštěstí tomu tak bylo pouze do roku 1830, kdy italský badatel Melloni učinil převratný objev, že v přírodě se vyskytující kamenná sůl (NaCl) - která byla k dispozici v přírodních krystalech dostatečně velkých, aby z ní šly vyrobít čočky a hranoly - pozoruhodně propouští infračervené záření. Výsledkem bylo to, že kamenná sůl se stala hlavním optickým materiálem pro infračervené spektrum a zůstala jím po dobu dalších sta let, dokud nebyla v roce 1930 zvládnuta metoda výroby syntetických krystalů.



Obrázek 15.3 Macedonio Melloni (1798–1854)

Teploměry se jako detektory záření používaly až do roku 1829, kdy Nobili vynalezl termočlánek. (Herschelův vlastní teploměr bylo možné odečítat s přesností na $0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($0,036\text{ }^{\circ}\text{F}$) a pozdější modely bylo možné odečítat s přesností $0,05\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($0,09\text{ }^{\circ}\text{F}$.) Pak došlo k převratné události, kdy Melloni připojil určitý počet termočlánků do série a vytvořil tak první termoelektrickou baterii. Toto nové zařízení bylo pro detekci tepelného záření přibližně 40krát citlivější než tehdejší nejlepší teploměr - bylo schopné detekovat teplo osoby stojící v třímetrové vzdálenosti.

V roce 1840 bylo možné vytvořit první takzvaný "tepelný obraz", což byl výsledek práce sira Sir Johna Herschela, syna objevitele infračerveného záření, který byl také známý astronom. Na základě diferenciálního odpařování tenké vrstvy oleje vystavené tepelnému záření, které na ni zaměřil, bylo možné spatřit tepelný obraz díky odraženému světlu, protože interferenční účinky olejové vrstvy zajistily, že obraz byl pro lidské oko viditelný. Sir John Herschel také vytvořil jednoduchý záznam teplotního obrazu na papír - tento obraz pak nazval "termograf".



Obrázek 15.4 Samuel P. Langley (1834–1906)

Zlepšování detektoru infračerveného záření pokračovalo pomalu. Další významný pokrok učinil badatel Langley v roce 1880, když vynalezl bolometr. Tento bolometr sestával z tenkého začerněného proužku platiny připojeného k jedné větvi Wheatstonova můstku, na který bylo zaměřeno infračervené záření, na něž reagoval citlivý galvanometr. O tomto zařízení se říká, že bylo schopno detekovat teplo krávy na vzdálenost 400 metrů.

Anglický vědec sir James Dewar jako první začal používat zkvalněné plyny jako chladiva (například tekutý dusík s teplotou $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($-320,8\text{ }^{\circ}\text{F}$)) ve výzkumu v oblasti nízkých teplot. V roce 1892 vynalezl jedinečnou vzduchotěsnou nádobu, ve které bylo možné skladovat zkvalněné plyny po celé dny. Na tomto vynálezu je založena známá "termoska" používaná k uchování horkých nebo chlazených nápojů.

V období let 1900 a 1920 "objevili" infračervené pásmo i světoví vynálezci. Byly uděleny mnohé patenty na zařízení k detekci osob, dělostřelectva, letadel, lodí a dokonce i ledovců. První funkční systémy začaly být vyvíjeny během první světové války (1914-1918), kdy obě strany prováděly výzkumné programy zaměřené na vojenské využití infračerveného záření. Tyto programy zahrnovaly experimentální systémy k detekci pronikání nepřítele, měření teploty na dálku, zabezpečenou komunikaci a navádění "létajících torpéd". Jistý infračervený vyhledávací systém testovaný v této době byl schopen detekovat blížící se letadlo na vzdálenost 1,5 km (0,94 míle) nebo osobu na vzdálenost větší než 300 metrů (984 stop).

Až do této doby byly všechny nejcitlivější systémy založeny na obměnách bolometru, ale v meziválečném období byly vyvinuty dva nové a revoluční infračervené detektory: konvertor obrazu a fotonový detektor. O konvertor obrazu se zpočátku nejvíce zajímala armáda, protože jako první pozorovateli umožňoval doslova "vidět ve tmě". Avšak citlivost konvertoru obrazu byla omezena na blízké infračervené vlnové délky, a proto většina zajímavých vojenských cílů (tj. nepřátelští vojáci) musela být osvětlována infračervenými vyhledávacími paprsky. Jelikož tak vznikalo riziko, že poloha pozorovatele bude prozrazena podobně vybavenému pozorovateli nepřítele, je pochopitelné, že vojenský zájem o konvertor obrazu brzy zanikl.

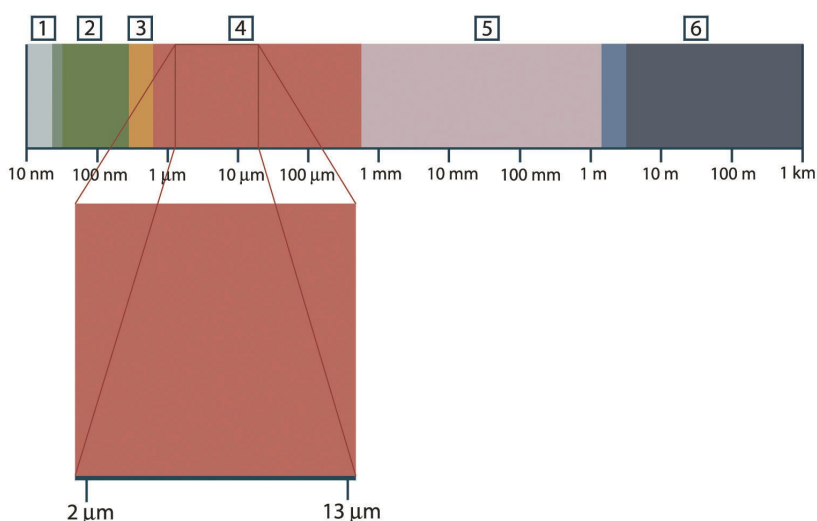
Vojensko-taktické nevýhody takzvané "aktivních" (tj. vybavených vyhledávacím paprskem) systémů teplotního obrazu byly po 2. světové válce (1939-1945) hybnou silou pro rozsáhlé tajné vojenské programy k výzkumu infračerveného spektra zaměřené na vývoj "pasivních" (bez vyhledávacího paprsku) systémů s využitím extrémně citlivého fotonového detektoru. V té době zakazovaly vojenské bezpečnostní předpisy zveřejňování informací o infračervené zobrazovací technice. Odtajnění bylo zrušeno v polovině padesátých let. Od té doby jsou dostačující teplotní zobrazovací zařízení k dispozici civilnímu sektoru, vědě i průmyslu.

16.1 Úvod

Vlastnosti infračerveného záření (vyzařování) a používaná technika v termografii mohou být stále ještě nové pro mnohé uživatele, kteří používají infračervenou kameru poprvé. V této části jsou objasněny základy teorie termografie.

16.2 Elektromagnetické spektrum

Elektromagnetické spektrum je rozděleno (na základě úmluvy) podle vlnových délek do několika skupin, kterým se říká *vlnová pásma* a která jsou dále rozdělena podle metod používaných pro vytváření (zdroje) a zjišťování (detekční systémy) radiace-vyzařování. Neexistuje žádný základní rozdíl mezi vlnovými pásmy elektromagnetického spektra. Všechny podléhají stejným zákonům a liší se pouze vlnovými délkami.



Obrázek 16.1 Elektromagnetické spektrum. 1: rentgenové záření; 2: ultrafialové záření; 3: viditelné záření; 4: infračervené záření; 5: mikrovlnné záření; 6: radiové záření.

Termografie využívá vlnové pásmo infračerveného (dále IČ) záření. Hranice začátku pásma krátkovlnného IČ záření je tam, kde končí tzv. viditelné pásmo (tmavě červená). Hranice konce pásma dlouhovlnného IČ záření je tam, kde začíná pásmo mikrovlnných vlnových délek, tj. v pásmu několika milimetrů vlnové délky.

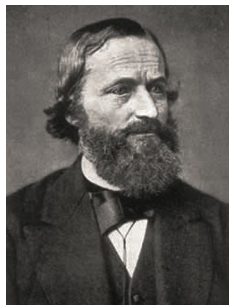
Vlnové pásmo infračerveného záření je ještě často děleno do čtyř menších pásem, které mají rovněž (uměle) stanovené hranice. Jsou to tato pásma: *near infrared-blízké IČ* (0,75-3 μm), *middle infrared-střední IČ* (3-6 μm), *far infrared-vzdálené IČ* (6-15 μm) a *extreme infrared-velmi vzdálené* (15-100 μm). Přestože jsou vlnové délky udávány v μm (mikrometrech), používají se v tomto spektrálním pásmu i jiné jednotky, např. nanometr (nm) a Ångström (Å).

Vztah mezi různými jednotkami je následující:

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

16.3 Záření – radiace černého tělesa

Černé těleso je definováno jako objekt, který pohlcuje veškeré záření, které na něj dopadá, a to bez ohledu na vlnovou délku záření. Na první pohled nevhodný přívlastek (označení *černé* je vztaženo k objektu s vysokou intenzitou záření) je vysvětlen Kirchhoffovým zákonem (podle *Gustava Roberta Kirchhoffa*, 1824–1887), který říká, že těleso schopné pohlcovat (absorbovat) veškeré na něj dopadající záření je schopné stejné množství záření vyzařovat (emitovat).



Obrázek 16.2 Gustav Robert Kirchhoff (1824–1887)

Konstrukce černého tělesa je v principu velmi jednoduchá. Černé těleso lze charakterizovat pomocí vyzařovacích charakteristik otvoru vytvořeného v izotermní dutině neprůhledného absorbujícího materiálu. V praxi je možné tento princip uplatnit při konstrukci dokonalého pohlcovače záření, což může být světlotěsná bedna, která má na jedné straně štěrbinu. Veškeré záření, které vstoupí tímto otvorem, se rozptýlí a opakovanými odrazy pohltí, takže může uniknout pouze nekonečně malý díl záření. Černost dosažená takovým otvorem je téměř shodná s vlastnostmi černého tělesa a vyhovuje pro všechny vlnové délky.

Když tuto izotermickou dutinu opatříme vhodným zdrojem tepla, stane se z ní takzvaný *dutinový zářič*. Izotermní dutina zahřátá na konstantní teplotu vytváří záření černého tělesa, přičemž charakteristika takového záření je určována pouze teplotou dutiny. Takové dutinové zářiče se velmi často používají jako zdroje záření pro kalibraci přístrojů využívajících (vyhodnocujících) IČ záření, tedy také např. pro infračervené kamery společnosti, například kamera . FLIR Systems.

Překročí-li teplota černého tělesa 525°C, zdroj začíná být viditelný, protože pro lidské oko se již nejeví jako černý. Je to počáteční stav tzv. červené sálavé teploty zářiče, která potom (při zvyšování teploty) přechází do barvy oranžové resp. žluté. Definice tzv. *teploty barvy* vyjadřuje, že je to taková teplota, na kterou by muselo být zahřáto černé těleso, aby mělo stejnou barvu, jako objekt.

Nyní použijeme tři vztahy, pomocí kterých je vyjádřeno vyzařování černého tělesa.

16.3.1 Planckův zákon



Obrázek 16.3 Max Planck (1858–1947)

Max Planck (1858–1947) popsal intenzitu spektrálního vyzařování pomocí následujícího vzorce:

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

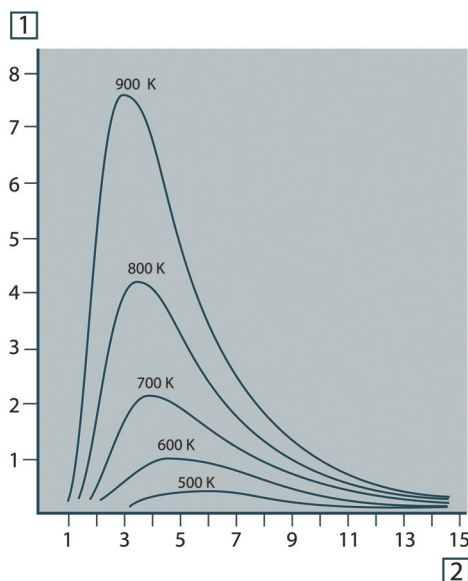
kde:

$W_{\lambda b}$	spektrální hustota intenzity vyzařování černého tělesa při vlnové délce λ .
c	rychlost světla = 3×10^8 m/sek.
h	Planckova konstanta = $6,6 \times 10^{-34}$ Joule sek.
k	Boltzmannova konstanta = $1,4 \times 10^{-23}$ Joule/K.
T	absolutní teplota (K) černého tělesa.
λ	vlnová délka (μm).

POZNÁMKA

Činitel 10^{-6} je použit proto, že hodnoty spektrálního vyzařování uvedené u jednotlivých křivek jsou vyjádřeny ve $\text{Watt/m}^2, \mu\text{m}$.

Znázorníme-li graficky Planckův zákon (rovnici), dostaneme soustavu křivek. Při zkoumání kterékoli z takto získaných křivek zjistíme, že při $\lambda = 0$ se spektrální hustota vyzařování rovná nule. Se zvyšující se vlnovou délkou křivka prudce stoupá, až dosáhne maxima v λ_{max} . Poté se začíná při velkých hodnotách vlnových délek opět přibližovat k nule. Čím je teplota tělesa vyšší, tím je kratší vlnová délka, při které dojde k dosažení maxima.



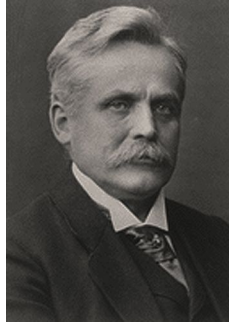
Obrázek 16.4 Intenzity spektrálního vyzařování černého tělesa při různých absolutních teplotách znázorněné na základě Planckova zákona. 1: spektrální hustota intenzity vyzařování ($\text{W/cm}^2 \times 10^3(\mu\text{m})$); 2: vlnová délka (μm)

16.3.2 Wienův zákon posuvu

Diferenciací Planckova zákona se zřetelem na λ a nalezení maxima získáme:

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

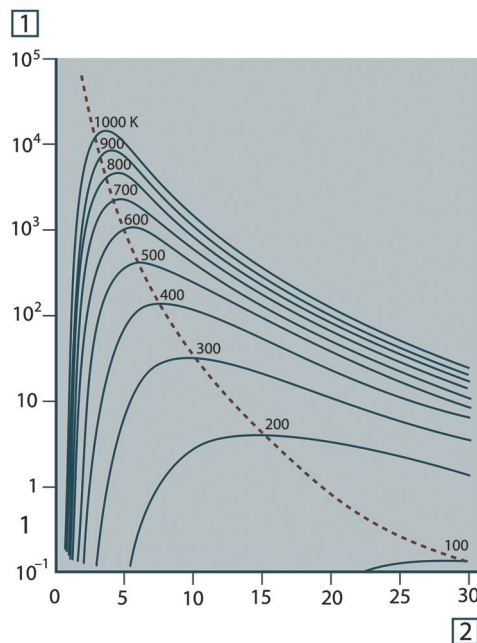
Toto je Wienův zákon (podle *Wilhelma Wiena*, 1864-1928), pomocí kterého je matematicky vyjádřeno, že při vzrůstu teplot zářiče se barvy mění od červené k oranžové či žluté. Vlnová délka barvy je stejná jako vlnová délka vypočítaná pro λ_{max} . Poměrně přesného určení hodnoty λ_{max} pro dané černé těleso dosáhneme, použijeme-li praktickou hodnotu $3\,000/T \mu\text{m}$. Tak lze např. spočítat, že velmi horká hvězda, jako je Sirius (11 000 K), vyzařuje modravě bílé světlo maximální hodnotou vyzařovaného spektra nacházejícího se v oblasti ultrafialového záření o vlnové délce 0,27 μm , které je pro lidské oko neviditelné.



Obrázek 16.5 Wilhelm Wien (1864–1928)

Slunce (cca 6000 K) vyzařuje žluté světlo, s vrcholem okolo 0,5 μm , který je ve středu viditelného světelného spektra.

Při pokojové teplotě (300 K) je vrchol vyzařování na 9,7 μm , ve vzdáleném IČ záření, zatímco při teplotě kapalného dusíku (77 K) je maximum energeticky téměř nevýznamného záření na 38 μm , tedy ve vlnových délkách velmi vzdáleného IČ záření.



Obrázek 16.6 Planckův vyzařovací zákon znázorněný v semi-log. stupnici od 100 do 1 000 K. Čárkovaná křivka představuje spojnicí největšího vyzařování (max.) každé teploty, jak je popsáno Wienovým zákonem posuvu. 1: spektrální hustota intenzity vyzařování (W/cm^2 (μm)); 2: vlnová délka (μm).

16.3.3 Stefan-Boltzmannův zákon

Integrací Planckova zákona od $\lambda = 0$ na $\lambda = \infty$, získáme celkové vyzařování (W_b) černého tělesa:

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

Tento Stefan-Boltzmannův vzorec (*Josef Stefan*, 1835–1893, *Ludwig Boltzmann*, 1844–1906), říká, že výsledný vyzařovaný výkon černého tělesa je úměrný čtvrté mocnině jeho absolutní teploty. Graficky W_b je výkon znázorněn plochou pod křivkou vytvořenou podle Planckova zákona pro určitou teplotu. Může být vyjádřeno, že vyzařování v intervalu $\lambda = 0$ až λ_{max} je pouze 25 % výsledného záření, což je skoro stejně jako hodnota slunečního záření ve viditelné části elektromagnetického spektra.



Obrázek 16.7 Josef Stefan (1835–1893) a Ludwig Boltzmann (1844–1906)

Použitím Stefan-Boltzmannova vztahu k výpočtu energie vyzařovaném lidským tělem při teplotě 300 K a při velikosti povrchu těla asi 2 m², bychom vypočetli, že tento výkon by byl cca 1 kW. Taková ztráta výkonu by byla nepřipustná, pokud by nebyla kompenzovaná absorbováním záření od okolního prostředí při pokojových teplotách, které se příliš neliší od teploty těla, a samozřejmě také oblečením.

16.3.4 Nečerné zářiče

Dosud byla zmiňována pouze černá tělesa a jejich záření. Avšak reálné objekty (tělesa) resp. jejich záření se neřídí v delších rozmezích vlnových délek stejnými zákony, které platí pro černé těleso, přestože v určitých intervalech vlnových délek tomu tak může být. Např. určitý typ bílé barvy se jeví dokonale *bílý* ve viditelné části spektra, ale okolo 2 μm se stává výrazně *šedý* od 3 μm a dále je téměř *černý*.

Existují tři skutečnosti (složky záření), které mohou odlišovat reálný objekt od černého tělesa: část dopadajícího záření α může být pohlcována, část záření ρ může být odražena a část τ může tělesem prostupovat. Tyto složky jsou víceméně závislé na vlnové délce, a proto se k jejich vyjádření používá spektrální závislost λ . Proto:

- Spektrální pohltivost α_λ = poměr energie pohlcené spektrálním zářičem a celkovým tokem.
- Spektrální odrazivost ρ_λ = poměr energie odražené spektrálním zářičem a celkovým tokem.
- Spektrální propustnost τ_λ = poměr energie propuštěné spektrálním zářičem a celkovým tokem.

Součet všech tří faktorů je vždy roven jedné a to bez ohledu na vlnovou délku, takže výsledný vztah je potom:

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

Pro nepropustné materiály platí $\tau_\lambda = 0$ a výše uvedený vztah se potom zjednoduší na:

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

K popisu poměru ε záření vyzařovaného objektem a záření, které by vyzařovalo černé těleso při stejné teplotě, se používá jiný činitel nazývaný emisivita. Dostáváme se tedy k definici:

Spektrální emisivita ε_λ = poměr mezi energií spektrálního zářiče objektu a energií černého tělesa při stejné teplotě a vlnové délce.

Poměr mezi spektrálním vyzařováním obecného objektu a černého tělesa lze vyjádřit matematicky takto:

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

Obecně vyjádřeno, existují tři typy zdrojů záření, které se odlišují podle způsobů, jak se mění spektrální vyzařování v závislosti na vlnové délce.

- Černé těleso, pro které platí $\varepsilon_\lambda = \varepsilon = 1$
- Šedé těleso, pro které platí $\varepsilon_\lambda = \varepsilon = \text{konstanta}$, která je menší než 1.
- Selektivní zářič, jehož ε závisí na vlnové délce.

Podle Kirchhoffova zákona platí pro každý materiál, že spektrální vyzařování a spektrální pohltivost se sobě rovnají a to při jakékoliv teplotě a vlnové délce. Platí tedy:

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

Pro nepropustné materiály platí tedy ($\alpha_\lambda + \rho_\lambda = 1$):

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

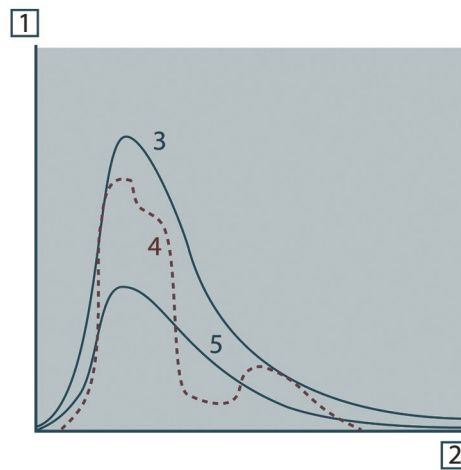
U vysoce lesklých materiálů se ε_λ blíží nule, proto dokonale odrazivý materiál (*např.* dokonalé zrcadlo) platí:

$$\rho_\lambda = 1$$

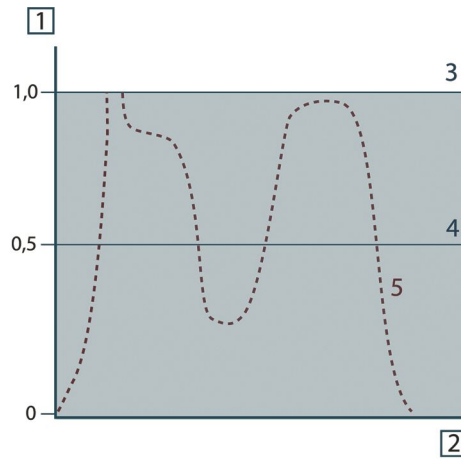
Pro šedý zářič je potom Stefan-Boltzmannův vztah:

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

Znamená to tedy, že při stejných teplotách šedého zářiče a černého tělesa je výsledná energie vyzařovaná šedým zářičem, v porovnání s vyzařovanou energií černého tělesa, menší úměrně k hodnotě ε z šedého tělesa.



Obrázek 16.8 Spektrální hustota intenzity vyzařování tří druhů zářičů. 1: spektrální hustota intenzity vyzařování; 2: vlnová délka; 3: černé těleso; 4: selektivní zářič; 5: šedé těleso.



Obrázek 16.9 Spektrální emisivita tří druhů zářičů. 1: spektrální emisivita; 2: vlnová délka; 3: černé těleso; 4: šedé těleso; 5: selektivní zářič.

16.4 Materiály polopropustné pro IČ záření

Uvažujme nyní o nekovovém polopropustném tělese – pro jednoduchost o silné desce z plastu. Po jejím zahřátí radiace generovaná v hmotě desky musí projít až na povrch, tj. skrze materiál desky, ve kterém je částečně pohlcována. Navíc je část záření, které se dostane na povrch, odraženo zpět do desky. Odražené záření je opět částečně pohlcováno, přičemž část, která se dostane až k druhému povrchu, se ve větší míře vyzáří a část se odrazí zpět do desky. Přestože je postupné odrážení záření do nitra hmoty stále slabší a slabší, musí se vzájemně sečíst, aby bylo možné stanovit výsledné vyzařování desky. Po sečtení výsledné geometrické řady získáme potom pro určení výsledné emisivity tento vztah:

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

Když se jedná o nepropustnou desku, tato rovnice se zjednoduší takto:

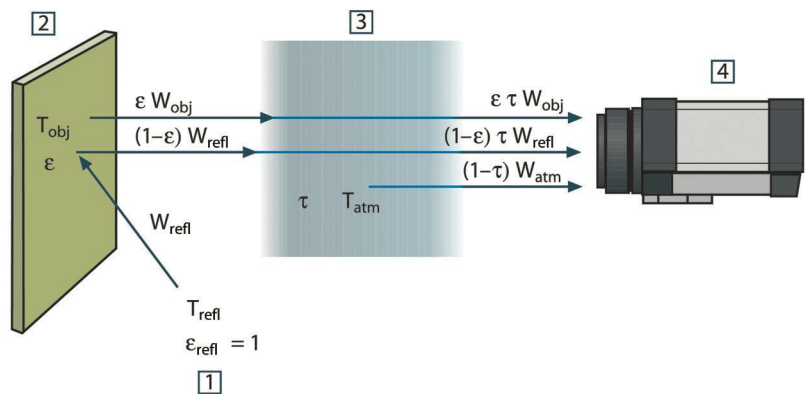
$$\varepsilon_{\lambda} = 1 - \rho_{\lambda}$$

Tento poslední vztah je velmi vhodný, protože v řadě případů je mnohem jednodušší změřit odrazivost než emisivitu.

Jak jsme již uvedli, při prohlížení objektu kamera přijímá záření nejen z objektu samotného. Také zabírá záření z okolí, odražené z povrchu objektu. Obě tato záření jsou do jisté míry zeslabována atmosférou mezi měřicí cestou. Navíc je ještě nutné vzít v úvahu záření atmosféry.

Tento popis situace měření, jak ukazuje níže uvedený obrázek, je jakž takž věrným popisem reálných podmínek. Bylo například zanedbáno sluneční světlo rozptýlené v atmosféře nebo bludné záření ze zdrojů intenzivního záření mimo zorné pole. Takové rušivé vlivy se však těžko kvantifikují a ve většině případů jsou dostatečně malé, abychom je mohli zanedbat. V případě, že tyto vlivy nejsou zanedbatelné, je měřicí konfigurace pravděpodobně taková, že riziko rušení je zjevné, přinejmenším pro vyškoleného operátora. Pak je jeho odpovědností upravit situaci měření, aby zamezil rušivým vlivům, například změnou směru pohledu, zastíněním zdrojů intenzivního záření atd.

Pokud přijmeme výše uvedený popis, můžeme obrázek použít k sestavení rovnice pro výpočet teploty objektu na základě výstupu kalibrované kamery.



Obrázek 17.1 Schematický náčrt obecné termografické měřicí situace. 1: okolí; 2: objekt; 3: atmosféra; 4: kamera

Předpokládejme, že přijatý výkon záření W z černého zdroje s teplotou T_{source} na krátkou vzdálenost generuje na kameře výstupní signál U_{source} , který je vůči vstupní energii proporcionální (lineární energetická kamera). Pak můžeme napsat (rovnice 1):

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

nebo ve zjednodušeném zápisu:

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

kde C je konstanta.

Jestliže je zdrojem šedé těleso s vyzařováním ϵ , přijaté záření bude v důsledku toho ϵW_{source} .

Nyní můžeme vyjádřit tři složky přijatého záření:

1. *Emise z objektu* = $\epsilon\tau W_{obj}$, kde ϵ je vyzařování objektu a τ je transmitance atmosféry. Teplota objektu je T_{obj} .

2. *Odražená emise z okolních zdrojů* = $(1 - \varepsilon)\tau W_{\text{refl}}$, kde $(1 - \varepsilon)$ je odrazivost objektu. Okolní zdroje mají teplotu T_{refl} .

Předpokládáme, že teplota T_{refl} je stejná pro všechny emitující povrchy v polokouli viděné z určitého bodu na povrchu objektu. Skutečnou situaci tím samozřejmě poněkud zjednodušujeme. Je to však potřebné zjednodušení, abychom mohli sestavit fungující rovnici a mohli teplotě T_{refl} – alespoň teoreticky – přiřadit hodnotu, která představuje efektivní teplotu komplexního okolí.

Všimněte si také, že předpokládáme, že vyzařování pro okolí je = 1. To je přesně v souladu s Kirchhoffovým zákonem: Veškeré záření dopadající na okolní povrchy je nakonec týmiž povrchy pohlceno. A proto vyzařování = 1. (Všimněte si, že poslední úvaha vyžaduje, abychom brali v úvahu kompletní kouli kolem objektu.)

3. *Emise z atmosféry* = $(1 - \tau)\tau W_{\text{atm}}$, kde $(1 - \tau)$ je vyzařování atmosféry. Teplota atmosféry je T_{atm} .

Nyní lze vyjádřit celkovou energii přijatého záření (rovnice 2):

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

Každou složku vynásobíme konstantou C z rovnice 1 a podle stejné rovnice nahradíme produkty CW odpovídajícími U , a získáme (rovnice 3):

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

Vyřešte rovnici 3 pro U_{obj} (rovnice 4):

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

Toto je obecná rovnice (měření) používaná v termografických měřicích systémech společnosti FLIR Systems. Napětí v rovnici mají následující význam:

Tabulka 17.1 Napětí

U_{obj}	Vypočítané výstupní napětí kamery pro teplotu T_{obj} černého tělesa, tj. napětí, které lze přímo převádět na skutečnou teplotu požadovaného objektu.
U_{tot}	Naměřené výstupní napětí na kameře pro skutečný případ.
U_{refl}	Teoretické výstupní napětí kamery pro teplotu T_{refl} černého tělesa podle kalibrace.
U_{atm}	Teoretické výstupní napětí kamery pro teplotu T_{atm} černého tělesa podle kalibrace.

Operátor musí pro výpočet dodat hodnoty některých parametrů:

- vyzařování objektu ε ,
- relativní vlhkost,
- T_{atm}
- vzdálenost objektu (D_{obj})
- (efektivní) teplota okolí objektu nebo odražená okolní teplota T_{refl} a
- teplota atmosféry T_{atm}

Tento úkol může být pro operátora někdy velmi náročný, protože obvykle neexistuje žádný snadný způsob, jak v daném případě zjistit přesné hodnoty vyzařování a propustnosti atmosféry. Tyto dvě teploty jsou obvykle malým problémem za předpokladu, že okolí neobsahuje velké a intenzivní zdroje záření.

Logickou otázkou v této souvislosti je: Jak důležité je znát přesné hodnoty těchto parametrů? Možná by bylo zajímavé nastínit si tento problém tak, že si uvedeme několik různých případů měření a porovnáme relativní magnitudy těchto tří složek záření. Tak si vytvoříme představu o tom, kdy je důležité použít přesné hodnoty určitých parametrů.

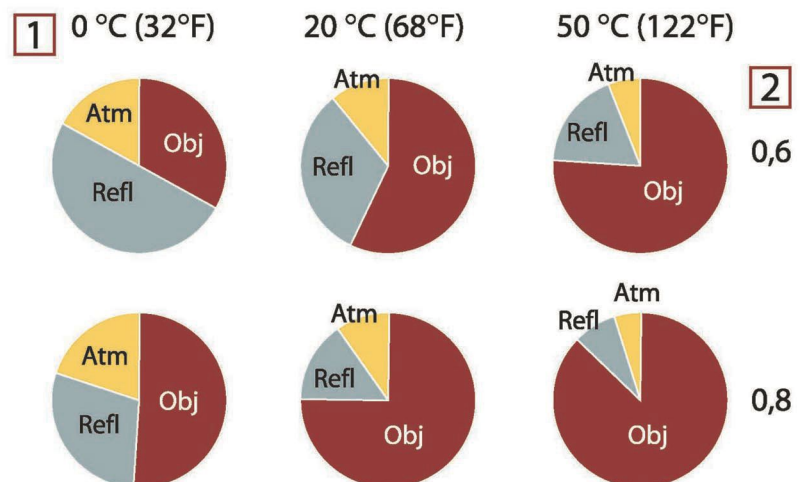
Níže uvedené hodnoty uvádějí relativní magnitudy tří složek záření pro tři různé teploty objektu, dvě vyzařování a dva spektrální rozsahy: SW (krátké vlny) a LW (dlouhé vlny). Zbývající parametry mají následující pevné hodnoty:

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

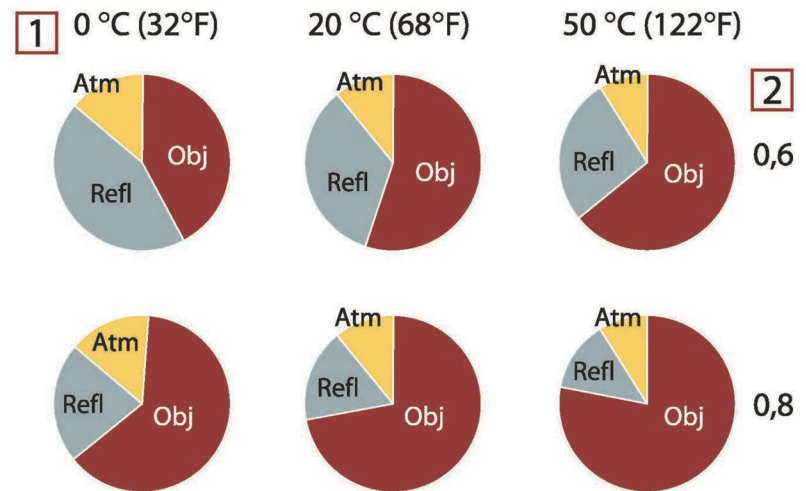
Je zřejmé, že měření nízkých teplot objektu je důležitější než měření vysokých teplot, protože v prvním případě jsou zdroje "rušivého" záření relativně silnější. Jestliže je vyzařování objektu nízká, situace bude obtížnější.

Nakonec musíme odpovědět na otázku o tom, jak je důležité použít kalibrační křivku nad nejvyšším kalibračním bodem, čemuž říkáme extrapolace. Dejme tomu, že v určitém případě naměříme napětí $U_{\text{tot}} = 4,5$ Voltu. Nejvyšší kalibrační bod kamery byl v řádu 4,1 Voltu, což je hodnota, kterou operátor neznal. I když by tedy objekt byl černým tělesem, tj. $U_{\text{obj}} = U_{\text{tot}}$, ve skutečnosti provádíme extrapolaci kalibrační křivky, když konvertujeme napětí 4,5 Voltu na teplotu.

Nyní předpokládejme, že objekt není černý, má koeficient emisivity 0,75 a koeficient průstnosti atmosféry je 0,92. Také předpokládáme, že dva poslední výrazy v rovnici 4 společně tvoří 0,5 Voltu. Výpočet napětí U_{obj} pomocí rovnice 4 pak pokračuje $U_{\text{obj}} = 4,5 / 0,75 / 0,92 - 0,5 = 6,0$. To je extrémní extrapolace, zvláště když vezmeme v úvahu, že videotesilovač může výstup omezit na 5 Voltů! Pamatujte ale na to, že uplatnění kalibrační křivky je teoretická procedura, při níž neexistují žádná elektronická nebo jiná omezení. Jsme přesvědčeni o tom, že kdyby v kameře nebylo žádné omezení signálu a kdyby kamera byla kalibrována na mnohem vyšší hodnotu než 5 Voltů, výsledná křivka by byla téměř shodná se skutečnou křivkou extrapolovanou nad 4,1 Voltu, za předpokladu, že se kalibrační algoritmus zakládá na teorii záření podobně jako algoritmus vytvořený u společnosti FLIR Systems. Pro takové extrapolace musí samozřejmě existovat určitý limit.



Obrázek 17.2 Relativní velikosti zdrojů záření za různých podmínek měření (SW kamera). 1: Teplota objektu; 2: Vyzařování; Obj: Záření objektu; Refl: Odražené záření; Atm: atmosférické záření. Fixní parametry: $\tau = 0,88$; $T_{\text{refl}} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$; $T_{\text{atm}} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$.



Obrázek 17.3 Relativní velikosti zdrojů záření za různých podmínek měření (LW kamera). 1: Teplota objektu; 2: Vyzařování; Obj:s Záření objektu; Refl: Odražené záření; Atm: atmosférické záření. Fixní parametry: $\tau = 0,88$; $T_{\text{refl}} = 20 \text{ °C}$; $T_{\text{atm}} = 20 \text{ °C}$.

Tato část uvádí souhrnná data o emisivitě vybraná z publikací o infračerveném spektru a měření společnosti FLIR Systems.

18.1 Literatura

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.

POZNÁMKA

Hodnoty emisivity v níže uvedené tabulce jsou získány pomocí krátkovlnné (SW) kamery. Tyto hodnoty je nutné považovat pouze za informativní a je doporučeno je používat obezřetně.

18.2 Tabulky

Tabulka 18.1 T: celé spektrum; SW: 2–5 μm ; LW: 8–14 μm , LLW: 6,5–20 μm ; 1: materiál; 2: specifikace; 3: teplota v $^{\circ}\text{C}$; 4: spektrum; 5: emisivita; 6: literatura

1	2	3	4	5	6
3M typ 35	vinylová elektroizolační páska (několik barev)	< 80	LW	přibližně 0,96	13
3M typ 88	černá vinylová elektroizolační páska	< 105	LW	přibližně 0,96	13
3M typ 88	černá vinylová elektroizolační páska	< 105	MW	< 0,96	13
3M typ Super 33+	černá vinylová elektroizolační páska	< 80	LW	přibližně 0,96	13
asfaltový koberec		4	LLW	0,967	8
azbest	břidlice	20	T	0,96	1
azbest	deska	20	T	0,96	1
azbest	papír	40-400	T	0,93-0,95	1
azbest	podlahová dlaždice	35	SW	0,94	7

Tabulka 18.1 T: celé spektrum; SW: 2–5 μm ; LW: 8–14 μm , LLW: 6,5–20 μm ; 1: materiál; 2: specifikace; 3: teplota v $^{\circ}\text{C}$; 4: spektrum; 5: emisivita; 6: literatura (pokračování)

1	2	3	4	5	6
azbest	prášek		T	0,40-0,60	1
azbest	tkanina		T	0,78	1
barva	8 různých barev a kvalit	70	SW	0,88-0,96	9
barva	8 různých barev a kvalit	70	LW	0,92-0,94	9
barva	chromová zelená		T	0,65-0,70	1
barva	hliníková, různé stáří	50-100	T	0,27-0,67	1
barva	kadmiová, žlutá		T	0,28-0,33	1
barva	kobaltově modrá		T	0,7-0,8	1
barva	olej	17	SW	0,87	5
barva	olejová, průměr 16 barev	100	T	0,94	2
barva	olejová, různé barvy	100	T	0,92-0,96	1
barva	olejová, černá, lesklá	20	SW	0,92	6
barva	olejová, černá, matná	20	SW	0,94	6
barva	olejová, šedá, lesklá	20	SW	0,96	6
barva	olejová, šedá, matná	20	SW	0,97	6
barva	plastická, bílá	20	SW	0,84	6
barva	plastická, černá	20	SW	0,95	6
Beton		20	T	0,92	2
Beton	neopracovaný	17	SW	0,97	5
Beton	pochozí	5	LLW	0,974	8
Beton	suchý	36	SW	0,95	7
bronz	fosforový bronz	70	SW	0,08	9
bronz	fosforový bronz	70	LW	0,06	9
bronz	leštěný	200	T	0,03	1
bronz	leštěný	50	T	0,1	1
bronz	leštěný do vysokého lesku	100	T	0,03	2
bronz	matný	20-350	T	0,22	1
bronz	oxidovaný	100	T	0,61	2
bronz	oxidovaný	70	SW	0,04-0,09	9
bronz	oxidovaný	70	LW	0,03-0,07	9
bronz	oxidovaný při teplotě 600 $^{\circ}\text{C}$	200-600	T	0,59-0,61	1
bronz	plát, zdrsňený smirkovým plátnem	20	T	0,2	1
bronz	porézni, zdrsňený	50-150	T	0,55	1
bronz	prášek		T	0,76-0,80	1

Tabulka 18.1 T: celé spektrum; SW: 2–5 μm; LW: 8–14 μm, LLW: 6,5–20 μm; 1: materiál; 2: specifikace; 3: teplota v °C; 4: spektrum; 5: emisivita; 6: literatura (pokračování)

1	2	3	4	5	6
bronz	válcovaný plát	20	T	0,06	1
bronz	zdrsněný smirkovým plátnem č. 80	20	T	0,20	2
Chrom	leštěný	50	T	0,10	1
Chrom	leštěný	500-1000	T	0,28-0,38	1
Cihla	alumina	17	SW	0,68	5
Cihla	dinasová křemenka, glazovaná, neopracovaná	1100	T	0,85	1
Cihla	dinasová křemenka, neglazovaná, neopracovaná	1000	T	0,80	1
Cihla	dinasová křemenka, refrakční	1000	T	0,66	1
Cihla	křemenka, 95 % SiO ₂	1230	T	0,66	1
Cihla	normální	17	SW	0,86-0,81	5
Cihla	ohnivzdorná cihla	17	SW	0,68	5
Cihla	refrakční, korund	1000	T	0,46	1
Cihla	refrakční, magnezit	1000-1300	T	0,38	1
Cihla	refrakční, silně zářící	500-1000	T	0,8-0,9	1
Cihla	refrakční, slabě zářící	500-1000	T	0,65-0,75	1
Cihla	sillimanit, 33 % SiO ₂ , 64 % Al ₂ O ₃	1500	T	0,29	1
Cihla	vodotěsné	17	SW	0,87	5
Cihla	zed'	35	SW	0,94	7
Cihla	zed', omítnutá	20	T	0,94	1
Cihla	červené, hrubé	20	T	0,88-0,93	1
Cihla	červené, normální	20	T	0,93	2
Cihla	šamot	1000	T	0,75	1
Cihla	šamot	1200	T	0,59	1
Cihla	šamot	20	T	0,85	1
cín	cínem potažený železný plát	100	T	0,07	2
cín	leštěný	20-50	T	0,04-0,06	1
cínové železo	plát	24	T	0,064	4
dehet			T	0,79-0,84	1
dehet	papír	20	T	0,91-0,93	1
dioxid mědi	prášek		T	0,84	1
dlaždice	glazura	17	SW	0,94	5
dřevitá lepenka	neopracovaná	20	SW	0,90	6
dřevo		17	SW	0,98	5

Tabulka 18.1 T: celé spektrum; SW: 2–5 μm ; LW: 8–14 μm , LLW: 6,5–20 μm ; 1: materiál; 2: specifikace; 3: teplota v $^{\circ}\text{C}$; 4: spektrum; 5: emisivita; 6: literatura (pokračování)

1	2	3	4	5	6
dřevo		19	LLW	0,962	8
dřevo	borovice, 4 různé vzorky	70	SW	0,67-0,75	9
dřevo	borovice, 4 různé vzorky	70	LW	0,81-0,89	9
dřevo	bílé, navlhlé	20	T	0,7-0,8	1
dřevo	dub, hoblovaný	20	T	0,90	2
dřevo	dub, hoblovaný	70	SW	0,77	9
dřevo	dub, hoblovaný	70	LW	0,88	9
dřevo	hoblované	20	T	0,8-0,9	1
dřevo	překližka, hladká, suchá	36	SW	0,82	7
dřevo	překližka, neopracovaná	20	SW	0,83	6
dřevo	základní		T	0,5-0,7	1
ebonit			T	0,89	1
fermež, nátěr	bytová	20	SW	0,93	6
fermež, nátěr	na dubových parketách	70	SW	0,90	9
fermež, nátěr	na dubových parketách	70	LW	0,90-0,93	9
galvanizované železo	leštěný plát	30	T	0,23	1
galvanizované železo	oxidovaný plát	20	T	0,28	1
galvanizované železo	plát	92	T	0,07	4
galvanizované železo	velmi oxidovaná	70	SW	0,64	9
galvanizované železo	velmi oxidovaná	70	LW	0,85	9
glazura		20	T	0,9	1
glazura	lak	20	T	0,85-0,95	1
granit	leštěný	20	LLW	0,849	8
granit	neopracovaný	21	LLW	0,879	8
granit	neopracovaný, 4 různé vzorky	70	SW	0,95-0,97	9
granit	neopracovaný, 4 různé vzorky	70	LW	0,77-0,87	9
hliník	anodizovaný plát	100	T	0,55	2
hliník	anodizovaný, světle šedý, matný	70	SW	0,61	9
hliník	anodizovaný, světle šedý, matný	70	LW	0,97	9
hliník	anodizovaný, černý, matný	70	SW	0,67	9
hliník	anodizovaný, černý, matný	70	LW	0,95	9
hliník	fólie	27	10 μm	0,04	3

Tabulka 18.1 T: celé spektrum; SW: 2–5 μm; LW: 8–14 μm, LLW: 6,5–20 μm; 1: materiál; 2: specifikace; 3: teplota v °C; 4: spektrum; 5: emisivita; 6: literatura (pokračování)

1	2	3	4	5	6
hliník	fólie	27	3 μm	0,09	3
hliník	leštěná deska	100	T	0,05	4
hliník	leštěný	50-100	T	0,04-0,06	1
hliník	leštěný plát	100	T	0,05	2
hliník	odlité, očištěné otryskáním	70	SW	0,47	9
hliník	odlité, očištěné otryskáním	70	LW	0,46	9
hliník	oxidované, silně	50-500	T	0,2-0,3	1
hliník	plát, 4 vzorky rú- zně zaškrábané	70	SW	0,05-0,08	9
hliník	plát, 4 vzorky rú- zně zaškrábané	70	LW	0,03-0,06	9
hliník	ponořený v HNO ₃ , deska	100	T	0,05	4
hliník	silně zvětralé	17	SW	0,83-0,94	5
hliník	vakuově nanesený	20	T	0,04	2
hliník	ve stavu přijetí, deska	100	T	0,09	4
hliník	ve stavu přijetí, plát	100	T	0,09	2
hliník	zdrsněný	27	10 μm	0,18	3
hliník	zdrsněný	27	3 μm	0,28	3
hliník	zdrsněný povrch	20-50	T	0,06-0,07	1
hliníkový bronz		20	T	0,60	1
hořčík		22	T	0,07	4
hořčík		260	T	0,13	4
hořčík		538	T	0,18	4
hořčík	leštěný	20	T	0,07	2
hořčíkový prášek			T	0,86	1
hydroxid hlinitý	prášek		T	0,28	1
jíl	pálený	70	T	0,91	1
Krylon Ultra-flat black 1602	matná černě	teplota místnosti do 175	LW	přibližně 0,96	12
Krylon Ultra-flat black 1602	matná černě	teplota místnosti do 175	MW	přibližně 0,97	12
kůže	lidská	32	T	0,98	2
kůže	vydělaná		T	0,75-0,80	1
lak	3 barvy stříkané na hliník	70	SW	0,50-0,53	9
lak	3 barvy stříkané na hliník	70	LW	0,92-0,94	9
lak	bakelitový	80	T	0,83	1
lak	bílý	100	T	0,92	2
lak	bílý	40-100	T	0,8-0,95	1

Tabulka 18.1 T: celé spektrum; SW: 2–5 μm ; LW: 8–14 μm , LLW: 6,5–20 μm ; 1: materiál; 2: specifikace; 3: teplota v $^{\circ}\text{C}$; 4: spektrum; 5: emisivita; 6: literatura (pokračování)

1	2	3	4	5	6
lak	hliníkový na drsném povrchu	20	T	0,4	1
lak	odolný teple	100	T	0,92	1
lak	černý, lesklý, stříkaný na železo	20	T	0,87	1
lak	černý, matný	100	T	0,97	2
lak	černý, matný	40-100	T	0,96-0,98	1
led: viz voda					
látka	černá	20	T	0,98	1
malta		17	SW	0,87	5
malta	suchý	36	SW	0,94	7
molybden		1500-2200	T	0,19-0,26	1
molybden		600-1000	T	0,08-0,13	1
molybden	vlákno	700-2500	T	0,1-0,3	1
měď	elektrolytická, leštěná	-34	T	0,006	4
měď	elektrolytická, pečlivě leštěná	80	T	0,018	1
měď	leštěná, strojově	22	T	0,015	4
měď	leštěný	50-100	T	0,02	1
měď	leštěný	100	T	0,03	2
měď	natavená	1100-1300	T	0,13-0,15	1
měď	obchodní, leštěná	20	T	0,07	1
měď	obchodní, leštěná	27	T	0,03	4
měď	oxidovaná do černa		T	0,88	1
měď	oxidovaná, černá	27	T	0,78	4
měď	oxidovaný	50	T	0,6-0,7	1
měď	velmi oxidovaná	20	T	0,78	2
měď	zaškrábaná	27	T	0,07	4
měď	čistý, pečlivě připravený povrch	22	T	0,008	4
nerezová ocel	leštěný plát	70	SW	0,18	9
nerezová ocel	leštěný plát	70	LW	0,14	9
nerezová ocel	plát, nepracovaný, trochu zaškrábaný	70	SW	0,30	9
nerezová ocel	plát, nepracovaný, trochu zaškrábaný	70	LW	0,28	9
nerezová ocel	pískované	700	T	0,70	1
nerezová ocel	slitina, 8 % Ni, 18 % Cr	500	T	0,35	1
nerezová ocel	typ 18-8, leštěná kůží	20	T	0,16	2
nerezová ocel	typ 18-8, oxidované při teplotě 800 $^{\circ}\text{C}$	60	T	0,85	2

Tabulka 18.1 T: celé spektrum; SW: 2–5 μm ; LW: 8–14 μm , LLW: 6,5–20 μm ; 1: materiál; 2: specifikace; 3: teplota v $^{\circ}\text{C}$; 4: spektrum; 5: emisivita; 6: literatura (pokračování)

1	2	3	4	5	6
nerezová ocel	válcovaný	700	T	0,45	1
Nextel Velvet 811-21 Black	matná čern	-60-150	LW	> 0,97	10 a 11
nichrom	drát, oxidovaný	50-500	T	0,95-0,98	1
nichrom	drát, čistý	50	T	0,65	1
nichrom	drát, čistý	500-1000	T	0,71-0,79	1
nichrom	pískované	700	T	0,70	1
nichrom	válcovaný	700	T	0,25	1
nikl	drát	200-1000	T	0,1-0,2	1
nikl	elektrolyticky nanesený na železe, leštěný	22	T	0,045	4
nikl	elektrolyticky nanesený na železe, neleštěný	20	T	0,11-0,40	1
nikl	elektrolyticky nanesený na železe, neleštěný	22	T	0,11	4
nikl	elektrolyticky nanesený, leštěný	20	T	0,05	2
nikl	elektrolytické	22	T	0,04	4
nikl	elektrolytické	260	T	0,07	4
nikl	elektrolytické	38	T	0,06	4
nikl	elektrolytické	538	T	0,10	4
nikl	lesklý, matný	122	T	0,041	4
nikl	leštěný	122	T	0,045	4
nikl	obchodní, čistý, leštěný	100	T	0,045	1
nikl	obchodní, čistý, leštěný	200-400	T	0,07-0,09	1
nikl	oxidovaný	1227	T	0,85	4
nikl	oxidovaný	200	T	0,37	2
nikl	oxidovaný	227	T	0,37	4
nikl	oxidovaný při teplotě 600 $^{\circ}\text{C}$	200-600	T	0,37-0,48	1
olej, mazací	film 0,025 mm	20	T	0,27	2
olej, mazací	film 0,050 mm	20	T	0,46	2
olej, mazací	film 0,125 mm	20	T	0,72	2
olej, mazací	film na bázi niklu: pouze na niklové bázi	20	T	0,05	2
olej, mazací	tenký povlak	20	T	0,82	2
olovo	lesklé	250	T	0,08	1
olovo	neoxidované, leštěné	100	T	0,05	4
olovo	oxidované, šedivé	20	T	0,28	1
olovo	oxidované, šedivé	22	T	0,28	4

Tabulka 18.1 T: celé spektrum; SW: 2–5 μm ; LW: 8–14 μm , LLW: 6,5–20 μm ; 1: materiál; 2: specifikace; 3: teplota v $^{\circ}\text{C}$; 4: spektrum; 5: emisivita; 6: literatura (pokračování)

1	2	3	4	5	6
olovo	oxidovaný při teplotě 200 $^{\circ}\text{C}$	200	T	0,63	1
Omítka		17	SW	0,86	5
Omítka	nehlazená	20	T	0,91	2
Omítka	sádkarton, neopracovaný	20	SW	0,90	6
oxid hlinitý	aktivovaný, prášek		T	0,46	1
oxid hlinitý	čistý, prášek (alumina)		T	0,16	1
oxid mědi	červená, prášek		T	0,70	1
oxid niklu		1000-1250	T	0,75-0,86	1
oxid niklu		500-650	T	0,52-0,59	1
papír	4 různé barvy	70	SW	0,68-0,74	9
papír	4 různé barvy	70	LW	0,92-0,94	9
papír	bílý	20	T	0,7-0,9	1
papír	bílý vazbový	20	T	0,93	2
papír	bílý, 3 různé lesky	70	SW	0,76-0,78	9
papír	bílý, 3 různé lesky	70	LW	0,88-0,90	9
papír	modrý, tmavě		T	0,84	1
papír	s vrstvou černého laku		T	0,93	1
papír	zelený		T	0,85	1
papír	černá		T	0,90	1
papír	černý, matný		T	0,94	1
papír	černý, matný	70	SW	0,86	9
papír	černý, matný	70	LW	0,89	9
papír	červený		T	0,76	1
papír	žlutý		T	0,72	1
plast	polyuretanová izolační deska	70	LW	0,55	9
plast	polyuretanová izolační deska	70	SW	0,29	9
plast	PVC, podlahový, matný, strukturovaný	70	SW	0,94	9
plast	PVC, podlahový, matný, strukturovaný	70	LW	0,93	9
plast	skelný laminát (deska tištěných spojů)	70	SW	0,94	9
plast	skelný laminát (deska tištěných spojů)	70	LW	0,91	9
platina		100	T	0,05	4
platina		1000-1500	T	0,14-0,18	1

Tabulka 18.1 T: celé spektrum; SW: 2–5 μm ; LW: 8–14 μm , LLW: 6,5–20 μm ; 1: materiál; 2: specifikace; 3: teplota v $^{\circ}\text{C}$; 4: spektrum; 5: emisivita; 6: literatura (pokračování)

1	2	3	4	5	6
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	drát	1400	T	0,18	1
platina	drát	50-200	T	0,06-0,07	1
platina	drát	500-1000	T	0,10-0,16	1
platina	pásek	900-1100	T	0,12-0,17	1
platina	čistý, leštěný	200-600	T	0,05-0,10	1
polystyren	izolační	37	SW	0,60	7
porcelán	bílý, lesklý		T	0,70-0,75	1
porcelán	glazura	20	T	0,92	1
pryž	měkká, šedá, hrubá	20	T	0,95	1
pryž	tvrdá	20	T	0,95	1
písek			T	0,60	1
písek		20	T	0,90	2
pískovec	leštěný	19	LLW	0,909	8
pískovec	neopracovaný	19	LLW	0,935	8
půda	nasycená vodou	20	T	0,95	2
půda	suchý	20	T	0,92	2
smirkové plátno	hrubé	80	T	0,85	1
sníh: viz voda					
struska	kotelní	0-100	T	0,97-0,93	1
struska	kotelní	1400-1800	T	0,69-0,67	1
struska	kotelní	200-500	T	0,89-0,78	1
struska	kotelní	600-1200	T	0,76-0,70	1
stříbro	leštěný	100	T	0,03	2
stříbro	čistý, leštěný	200-600	T	0,02-0,03	1
sádra		20	T	0,8-0,9	1
tapeta	jemný vzorek, světle šedá	20	SW	0,85	6
tapeta	jemný vzorek, červená	20	SW	0,90	6
titan	leštěný	1000	T	0,36	1
titan	leštěný	200	T	0,15	1
titan	leštěný	500	T	0,20	1
titan	oxidovaný při teplotě 540 $^{\circ}\text{C}$	1000	T	0,60	1
titan	oxidovaný při teplotě 540 $^{\circ}\text{C}$	200	T	0,40	1
titan	oxidovaný při teplotě 540 $^{\circ}\text{C}$	500	T	0,50	1

Tabulka 18.1 T: celé spektrum; SW: 2–5 μm ; LW: 8–14 μm , LLW: 6,5–20 μm ; 1: materiál; 2: specifikace; 3: teplota v $^{\circ}\text{C}$; 4: spektrum; 5: emisivita; 6: literatura (pokračování)

1	2	3	4	5	6
Uhlík	grafit, celistvý povrch	20	T	0,98	2
Uhlík	grafitový prášek		T	0,97	1
Uhlík	lampová čerň	20-400	T	0,95-0,97	1
Uhlík	prášek z dřevěného uhlí		T	0,96	1
Uhlík	svíčkové saze	20	T	0,95	2
vláknitá deska	dřevovláknitá deska	70	SW	0,75	9
vláknitá deska	dřevovláknitá deska	70	LW	0,88	9
vláknitá deska	porézní, neopracovaná	20	SW	0,85	6
vláknitá deska	tvrdá, neopracovaná	20	SW	0,85	6
vláknitá deska	trísková deska	70	SW	0,77	9
vláknitá deska	trísková deska	70	LW	0,89	9
voda	destilovaná	20	T	0,96	2
voda	led, hladký	-10	T	0,96	2
voda	led, hladký	0	T	0,97	1
voda	led, se silně zamrzlou vrstvou	0	T	0,98	1
voda	sníh		T	0,8	1
voda	sníh	-10	T	0,85	2
voda	vrstva >0,1 mm	0-100	T	0,95-0,98	1
voda	zamrzlá do krystalů	-10	T	0,98	2
vápno			T	0,3-0,4	1
wolfram		1500-2200	T	0,24-0,31	1
wolfram		200	T	0,05	1
wolfram		600-1000	T	0,1-0,16	1
wolfram	vlákno	3300	T	0,39	1
zinek	leštěný	200-300	T	0,04-0,05	1
zinek	oxidovaný povrch	1000-1200	T	0,50-0,60	1
zinek	oxidovaný při teplotě 400 $^{\circ}\text{C}$	400	T	0,11	1
zinek	plát	50	T	0,20	1
zlato	leštěné, pečlivě	200-600	T	0,02-0,03	1
zlato	leštěný	130	T	0,018	1
zlato	leštěný do vysokého lesku	100	T	0,02	2
červené olovo		100	T	0,93	4
červené olovo, prášek		100	T	0,93	1
štuk	drsňý, vápenný	10-90	T	0,91	1
železo a ocel	broušený plát	950-1100	T	0,55-0,61	1

Tabulka 18.1 T: celé spektrum; SW: 2–5 μm ; LW: 8–14 μm , LLW: 6,5–20 μm ; 1: materiál; 2: specifikace; 3: teplota v $^{\circ}\text{C}$; 4: spektrum; 5: emisivita; 6: literatura (pokračování)

1	2	3	4	5	6
železo a ocel	elektrolytická, pečlivě leštěná	175-225	T	0,05-0,06	1
železo a ocel	elektrolytické	100	T	0,05	4
železo a ocel	elektrolytické	22	T	0,05	4
železo a ocel	elektrolytické	260	T	0,07	4
železo a ocel	lesklá oxidovaná vrstva, plát,	20	T	0,82	1
železo a ocel	lesklé, leptané	150	T	0,16	1
železo a ocel	leštěný	100	T	0,07	2
železo a ocel	leštěný	400-1000	T	0,14-0,38	1
železo a ocel	leštěný plát	750-1050	T	0,52-0,56	1
železo a ocel	neopracované, rovný povrch	50	T	0,95-0,98	1
železo a ocel	oxidovaný	100	T	0,74	4
železo a ocel	oxidovaný	100	T	0,74	1
železo a ocel	oxidovaný	1227	T	0,89	4
železo a ocel	oxidovaný	125-525	T	0,78-0,82	1
železo a ocel	oxidovaný	200	T	0,79	2
železo a ocel	oxidovaný	200-600	T	0,80	1
železo a ocel	plát s červenou rží	22	T	0,69	4
železo a ocel	pokryté červenou rží	20	T	0,61-0,85	1
železo a ocel	silně oxidované	50	T	0,88	1
železo a ocel	silně oxidované	500	T	0,98	1
železo a ocel	silně rezavý plát	20	T	0,69	2
železo a ocel	silně zrezivělý	17	SW	0,96	5
železo a ocel	tvářené, jemně leštěné	40-250	T	0,28	1
železo a ocel	válcované za studena	70	SW	0,20	9
železo a ocel	válcované za studena	70	LW	0,09	9
železo a ocel	válcované za tepla	130	T	0,60	1
železo a ocel	válcované za tepla	20	T	0,77	1
železo a ocel	válcovaný plát	50	T	0,56	1
železo a ocel	čerstvě opracované smirkovým plátnem	20	T	0,24	1
železo a ocel	čerstvě válcované	20	T	0,24	1
železo a ocel	červená rez	20	T	0,69	1
Železo, odlitek	ingoty	1000	T	0,95	1
Železo, odlitek	leštěný	200	T	0,21	1
Železo, odlitek	leštěný	38	T	0,21	4

Tabulka 18.1 T: celé spektrum; SW: 2–5 μm ; LW: 8–14 μm , LLW: 6,5–20 μm ; 1: materiál; 2: specifikace; 3: teplota v $^{\circ}\text{C}$; 4: spektrum; 5: emisivita; 6: literatura (pokračování)

1	2	3	4	5	6
Železo, odlitek	leštěný	40	T	0,21	2
Železo, odlitek	neopracované	900-1100	T	0,87-0,95	1
Železo, odlitek	odlévané	50	T	0,81	1
Železo, odlitek	oxidovaný	100	T	0,64	2
Železo, odlitek	oxidovaný	260	T	0,66	4
Železo, odlitek	oxidovaný	38	T	0,63	4
Železo, odlitek	oxidovaný	538	T	0,76	4
Železo, odlitek	oxidovaný při teplotě 600 $^{\circ}\text{C}$	200-600	T	0,64-0,78	1
Železo, odlitek	strojně opracované	800-1000	T	0,60-0,70	1
Železo, odlitek	tekutina	1300	T	0,28	1

A note on the technical production of this publication

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

A note on the typeface used in this publication

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

LOEF (List Of Effective Files)

T501027.xml; cs-CZ; AC; 9769; 2013-11-13
T505552.xml; cs-CZ; 9599; 2013-11-05
T505551.xml; cs-CZ; 9354; 2013-10-15
T505469.xml; cs-CZ; 8097; 2013-06-11
T505013.xml; cs-CZ; 9229; 2013-10-03
T505545.xml; cs-CZ; 9045; 2013-09-19
T505547.xml; cs-CZ; 9493; 2013-10-24
T505550.xml; cs-CZ; 9488; 2013-10-24
T505097.xml; cs-CZ; 5929; 2012-10-29
T505470.xml; cs-CZ; 5935; 2012-10-29
T505012.xml; cs-CZ; 8134; 2013-06-12
T505007.xml; cs-CZ; 9229; 2013-10-03
T505004.xml; cs-CZ; 5937; 2012-10-29
T505000.xml; cs-CZ; 9354; 2013-10-15
T505005.xml; cs-CZ; 5939; 2012-10-29
T505001.xml; cs-CZ; 9354; 2013-10-15
T505006.xml; cs-CZ; 9354; 2013-10-15
T505002.xml; cs-CZ; 9354; 2013-10-15



Corporate Headquarters

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

Website

<http://www.flir.com>

Customer support

<http://support.flir.com>

Publ. No.: T559828
Release: AC
Commit: 9769
Head: 9769
Language: cs-CZ
Modified: 2013-11-13
Formatted: 2013-11-15