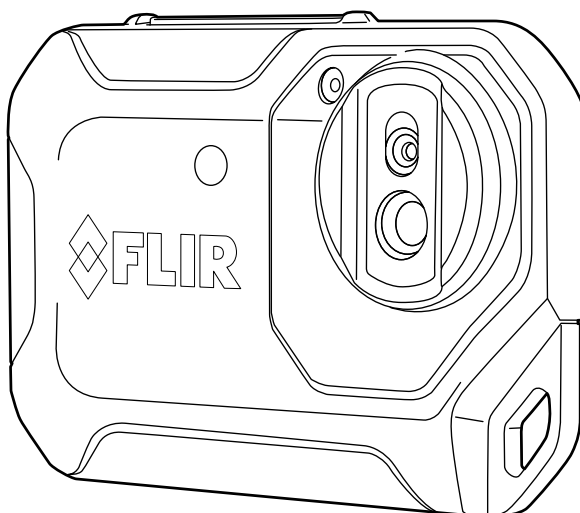




Instrukcja obsługi Seria FLIR Cx





Instrukcja obsługi Seria FLIR Cx



Spis treści

1	Zastrzeżenia	1
1.1	Nota prawna	1
1.2	Statystyka użytkowania	1
1.3	Zmiany w rejestrze	1
1.4	Przepisy wydane przez rząd Stanów Zjednoczonych	1
1.5	Prawa autorskie	1
1.6	Zarządzanie jakością	1
1.7	Patenty	1
1.8	EULA Terms	1
1.9	EULA Terms	1
2	Informacje dotyczące bezpieczeństwa	3
3	Uwagi dla użytkownika	7
3.1	Forum użytkownik-użytkownik	7
3.2	Kalibracja	7
3.3	Dokładność	7
3.4	Utylizacja odpadów elektronicznych	7
3.5	Szkolenia	7
3.6	Aktualizacje dokumentacji	7
3.7	Istotne uwagi dotyczące tego podręcznika	8
3.8	Informacja o obowiązujących wersjach	8
4	Pomoc dla klientów	9
4.1	Ogólne	9
4.2	Przesyłanie pytania	9
4.3	Pliki do pobrania	10
5	Skrócona instrukcja obsługi	11
5.1	Procedura	11
6	Opis	12
6.1	Widok z przodu	12
6.2	Widok od tyłu	12
6.3	Złącze	13
6.4	Elementy ekranu	13
6.5	Orientacja automatyczna	13
6.6	Nawigacja w systemie menu	14
7	Obsługa	15
7.1	Ładowanie akumulatora	15
7.2	Włączanie i wyłączanie kamery	15
7.3	Zapisywanie obrazu	15
7.3.1	Ogólne	15
7.3.2	Pojemność pamięci	15
7.3.3	Konwencja nazewnictwa	15
7.3.4	Procedura	15
7.4	Przywoływanie obrazu	15
7.4.1	Ogólne	15
7.4.2	Procedura	15
7.5	Usuwanie obrazu	16
7.5.1	Ogólne	16
7.5.2	Procedura	16
7.6	Usuwanie wszystkich obrazów	16
7.6.1	Ogólne	16
7.6.2	Procedura	16
7.7	Pomiar temperatury przy użyciu punktu pomiarowego	17
7.7.1	Ogólne	17
7.8	Ukrywanie narzędzi pomiarowych	17
7.8.1	Procedura	17

Spis treści

7.9	Zmiana palety kolorów	17
7.9.1	Ogólne.....	17
7.9.2	Procedura	17
7.10	Zmiana trybu obrazu.....	18
7.10.1	Ogólne.....	18
7.10.2	Procedura	19
7.11	Zmiana trybu skali temperatury	19
7.11.1	Ogólne.....	19
7.11.2	Kiedy należy stosować tryb <i>Blokada</i>	19
7.11.3	Procedura	19
7.12	Ustawianie emisyjności	19
7.12.1	Ogólne.....	19
7.12.2	Procedura	20
7.13	Zmiana odbitej temperatury pozornej otoczenia.....	20
7.13.1	Ogólne.....	20
7.13.2	Procedura	20
7.14	Zmiana odległości.....	20
7.14.1	Ogólne.....	20
7.14.2	Procedura	21
7.15	Wykonywanie korekcji niejednorodności	21
7.15.1	Na czym polega korekcja niejednorodności?	21
7.15.2	Kiedy należy wykonać korekcję niejednorodności?	21
7.15.3	Procedura	21
7.16	Używanie lampy kamery.....	21
7.16.1	Ogólne.....	21
7.16.2	Procedura	21
7.17	Konfigurowanie połączenia Wi-Fi.....	22
7.17.1	Konfigurowanie połączenia peer-to-peer (najczęstsze zastosowanie)	22
7.17.2	Podłączanie kamery do lokalnej sieci bezprzewodowej (rzadsze zastosowanie)	22
7.18	Zmiana ustawień	22
7.18.1	Ogólne.....	22
7.18.2	Procedura	23
7.19	Aktualizacja oprogramowania kamery	24
7.19.1	Ogólne.....	24
7.19.2	Procedura	24
8	Dane techniczne.....	25
8.1	Kalkulator pola widzenia online	25
8.2	Informacja o danych technicznych	25
8.3	Informacja o obowiązujących wersjach	25
8.4	FLIR C2.....	26
8.5	FLIR C2 Educational Kit	29
8.6	FLIR C3 (incl. Wi-Fi)	32
8.7	FLIR C3 (incl. Wi-Fi) Educational Kit	36
9	Rysunki techniczne	40
10	Deklaracja zgodności CE.....	44
11	Czyszczenie kamery	46
11.1	Obudowa, przewody i inne elementy kamery.....	46
11.1.1	Płyny	46
11.1.2	Przybory	46
11.1.3	Procedura	46
11.2	Obiektyw na podczerwień.....	46
11.2.1	Płyny	46
11.2.2	Przybory	46

	11.2.3 Procedura	46
12	Przykłady zastosowania	48
12.1	Szkody spowodowane przez wilgoć i wodę	48
	12.1.1 Ogólne	48
	12.1.2 Rysunek	48
12.2	Zepsuty styk w gnieździe	48
	12.2.1 Ogólne	48
	12.2.2 Rysunek	48
12.3	Utlenione gniazdo	49
	12.3.1 Ogólne	49
	12.3.2 Rysunek	49
12.4	Niedobory izolacji	50
	12.4.1 Ogólne	50
	12.4.2 Rysunek	50
12.5	Ciąg	50
	12.5.1 Ogólne	50
	12.5.2 Rysunek	51
13	Informacje o FLIR Systems	52
13.1	Nie tylko kamery termowizyjne	53
13.2	Dzielimy się naszą wiedzą	53
13.3	Obsługa klientów	54
14	Terminy, prawa i definicje	55
15	Techniki pomiarów termowizyjnych	57
15.1	Wprowadzenie	57
15.2	Emisyjność	57
	15.2.1 Badanie emisyjności próbki	57
15.3	Temperatura otoczenia (odbita temperatura pozorną)	61
15.4	Odległość	61
15.5	Wilgotność względna	61
15.6	Inne parametry	61
16	Informacje o wzorcowaniu	62
16.1	Wprowadzenie	62
16.2	Definicja — czym jest wzorcowanie?	62
16.3	Wzorcowanie kamery w firmie FLIR Systems	62
16.4	Różnice między wzorcowaniem wykonywaną przez użytkownika a wzorcowaniem wykonywaną bezpośrednio przez firmę FLIR Systems	63
16.5	Wzorcowanie, weryfikacja i regulacja	63
16.6	Korekcja niejednorodności	64
16.7	Regulacja obrazu termicznego (regulacja termiczna)	64
17	Historia techniki podczerwieni	65
18	Teoria termografii	68
18.1	Wprowadzenie	68
18.2	Widmo elektromagnetyczne	68
18.3	Promieniowanie ciała czarnego	68
	18.3.1 Prawo Plancka	69
	18.3.2 Prawo przesunięć Wiena	70
	18.3.3 Prawo Stefana-Boltzmann	71
	18.3.4 Ciała nieczarne emitujące promieniowanie	72
18.4	Materiały częściowo przezroczyste w podczerwieni	74
19	Wzór będący podstawą pomiaru	75
20	Tabele emisyjności	79
20.1	Bibliografia	79
20.2	Tabele	79

1.1 Nota prawna

Wszystkie produkty wytwarzane przez firmę FLIR Systems są objęte gwarancją dotyczącą wad materiałowych i wad wykonania przez okres jednego (1) roku od daty dostarczenia do pierwszego nabywcy, o ile produkty te były składowane, użytkowane i serwisowane zgodnie z instrukcjami firmy FLIR Systems.

Niechłodzone, ręczne kamery termowizyjne wytwarzane przez firmę FLIR Systems są objęte gwarancją dotyczącą wad materiałowych i wad wykonania przez okres dwóch (2) lat od daty dostarczenia do pierwszego nabywcy, o ile produkty te były przechowywane, użytkowane i serwisowane zgodnie z instrukcjami firmy FLIR Systems oraz pod warunkiem rejestracji kamery w ciągu 60 dni od daty zakupu przez pierwszego nabywcę.

Detektory do niechłodzonych, ręcznych kamer termowizyjnych wytwarzane przez firmę FLIR Systems są objęte gwarancją dotyczącą wad materiałowych i wad wykonania przez okres dziesięciu (10) lat od daty dostarczenia do pierwszego nabywcy, o ile produkty te były przechowywane, użytkowane i serwisowane zgodnie z instrukcjami firmy FLIR Systems oraz pod warunkiem rejestracji kamery w ciągu 60 dni od daty zakupu przez pierwszego nabywcę.

Produkty nie wytworzone przez firmę FLIR Systems, a wchodzące w skład systemów dostarczanych przez firmę FLIR Systems pierwotnemu nabywcy, objęte są wyłącznie gwarancją konkretnego producenta. Firma FLIR Systems nie ponosi na nie żadnej odpowiedzialności.

Uprawnienia z tytułu gwarancji przysługują tylko pierwotnemu nabywcy i nie podlegają przeniesieniu. Gwarancja nie obejmuje produktów, które były niewłaściwie użytkowane, z którymi obchodzono się niedbale, które uległy wypadkowi lub działały w niewłaściwych warunkach. Części ulegające zużyciu nie są objęte gwarancją.

W razie wystąpienia uszkodzenia objętego niniejszą gwarancją należy zaprzestać użytkowania produktu, aby zapobiec dalszemu uszkodzeniu. Pod rygorem unieważnienia gwarancji nabywca zobowiązany jest niezwłocznie powiadomić firmę FLIR Systems o każdym uszkodzeniu.

Firma FLIR Systems, wedle własnego uznania, bezpłatnie naprawi lub wymieni uszkodzony produkt, jeśli w wyniku kontroli okaże się, że posiada on wady materiałowe lub wykonania, i pod warunkiem, że zostanie on zwrócony do firmy FLIR Systems we wspomnianym okresie jednego roku.

Firma FLIR Systems nie ponosi odpowiedzialności za wady inne niż opisane powyżej.

Nie udziela się żadnych innych gwarancji jawnych ani domniemanych. Firma FLIR Systems rzeka się w szczególności domniemanych gwarancji przydatności handlowej i przydatności do konkretnych zastosowań.

Firma FLIR Systems nie ponosi odpowiedzialności za bezpośrednie, pośrednie, szczególne, przypadkowe lub wynikowe straty lub szkody wynikające z odpowiedzialności kontraktowej lub innej odpowiedzialności prawnej.

Niniejsza gwarancja podlega prawu obowiązującemu w Szwecji.

Jakiegokolwiek spory, kontrowersje lub skargi wynikające lub mające związek z niniejszą gwarancją będą ostatecznie rozstrzygane w formie arbitrażu zgodnie z regulami Instytutu Arbitrażu Izby Handlowej w Sztokholmie. Miejscem arbitrażu jest Sztokholm. Językiem stosowanym w postępowaniu arbitrażowym jest język angielski.

1.2 Statystyka użytkowania

Firma FLIR Systems zastrzega sobie prawo do zbierania anonimowych statystyk użytkowania w celu utrzymania i poprawy jakości oferowanych programów i usług.

1.3 Zmiany w rejestrze

Pozycja rejestru HKEY_LOCAL_MACHINE\SYSTEM\CurrentControlSet\Control\SafeBoot\Minimal\FLIRCameraMonitorLevel zostanie automatycznie zmieniona na poziom 2, jeśli usługa FLIR Camera Monitor wykryje kamerę FLIR podłączoną do komputera za pomocą kabla USB. Zmiana ta zostanie wprowadzona pod warunkiem, że kamera jest wyposażona w zdalną usługę sieciową obsługującą logowanie do sieci.

1.4 Przepisy wydane przez rząd Stanów Zjednoczonych

Niniejszy produkt może podlegać przepisom Stanów Zjednoczonych dotyczącym eksportu. Wszelkie pytania należy kierować na adres exportquestions@flir.com.

1.5 Prawa autorskie

© 2016, FLIR Systems, Inc. Wszelkie prawa zastrzeżone na całym świecie. Żadna część oprogramowania, w tym kod źródłowy, nie może być powielana, przesyłana, poddawana transkrypcji ani tłumaczona na jakikolwiek język lub język programowania w jakiegokolwiek postaci, przy zastosowaniu jakiegokolwiek środków, elektronicznych, magnetycznych, optycznych, ręcznie lub w inny sposób, bez uprzedniej pisemnej zgody firmy FLIR Systems.

Dokumentacji nie wolno kopiować, kserować, powielać, tłumaczyć ani przekształcać do postaci elektronicznej lub maszynowej bez uprzedniej pisemnej zgody firmy FLIR Systems.

Nazwy i oznaczenia umieszczone na produktach są zastrzeżonymi znakami towarowymi lub znakami towarowymi firmy FLIR Systems i/lub jej spółek zależnych. Wszelkie inne znaki towarowe, nazwy handlowe i nazwy firm są używane w niniejszej publikacji wyłącznie w celu identyfikacji i stanowią własność odpowiednich właścicieli.

1.6 Zarządzanie jakością

System zarządzania jakością, w ramach którego zostały zaprojektowane i wytworzone niniejsze produkty, uzyskał certyfikat zgodności z normą ISO 9001.

Firma FLIR Systems kieruje się strategią nieustannego rozwoju, w związku z czym zastrzega sobie prawo do wprowadzania zmian i udoskonaleni w dowolnym z opisywanych produktów bez uprzedniego powiadomienia.

1.7 Patenty

000439161; 000653423; 000726344; 000859020; 001707738; 001707746; 001707787; 001776519; 001954074; 002021543; 002021543-0002; 002058180; 002249953; 002531178; 002816785; 002816793; 011200326; 014347553; 057692; 061609; 07002405; 100414275; 101796816; 101796817; 101796818; 102334141; 1062100; 11063060001; 11517895; 1226865; 12300216; 12300224; 1285345; 1299699; 1325808; 1336775; 1391114; 1402918; 1404291; 1411581; 1415075; 1421497; 1458284; 1678485; 1732314; 17399650; 1880950; 1886650; 2007301511414; 2007303395047; 2008301285812; 2009301900619; 20100060357; 2010301761271; 2010301761303; 2010301761572; 2010305959313; 2011304423549; 2012304717443; 2012306207318; 2013302676195; 2015202354035; 2015304259171; 204465713; 204967995; 2106017; 2107799; 2115696; 2172004; 2315433; 2381417; 2794760001; 3006596; 3006597; 303330211; 4358936; 483782; 484155; 4889913; 4937897; 4995790001; 5177595; 540838; 579475; 584755; 599392; 60122153; 6020040116815; 6020060065000; 6020080347796; 6020110003453; 615113; 615116; 664580; 664581; 665004; 665440; 67023029; 6707044; 677298; 68657; 69036179; 70022216; 70028915; 70028923; 70057990; 7034300; 710424; 7110035; 7154093; 7157705; 718801; 723605; 7237946; 7312822; 7332716; 7336823; 734803; 7544844; 7606484; 7634157; 7667196; 78092505; 7826736; 8018649; 8153971; 8212210; 8288372; 8340414; 8354639; 8384783; 8520970; 8565547; 8595689; 8599262; 8654239; 8680468; 8803093; 8823803; 8853631; 8933403; 9171361; 9191583; 9279728; 9280812; 9338352; 9423940; 9471970; 9595087; D549758.

1.8 EULA Terms

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

1.9 EULA Terms

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

GNU Lesser General Public License, <http://www.gnu.org/licenses/lgpl-2.1>.

html. The source code for the libraries Qt4 Core and Qt4 GUI may be requested from FLIR Systems AB.

Informacje dotyczące bezpieczeństwa



OSTRZEŻENIE

Zastosowanie: urządzenia cyfrowe klasy B.

W rezultacie przeprowadzonych badań stwierdzono, że omawiane urządzenia są zgodne ze standardami określonymi dla urządzeń cyfrowych klasy B w części 15 przepisów FCC. Ograniczenia są ustalone tak, aby zapewnić ochronę przed szkodliwymi zakłóceniami instalacji w obszarach zamieszkałych. Omawiane urządzenie wytwarza i wykorzystuje energię o częstotliwości radiowej, którą może promieniować. Jeśli nie zostanie zainstalowane i używane zgodnie z instrukcją, może powodować zakłócenia w komunikacji radiowej. Jednak nie ma pewności, że zakłócenia takie nie wystąpią w danej instalacji. Jeśli niniejsze urządzenie spowoduje zakłócenia odbioru radiowego i telewizyjnego, które mogą być wynikiem włączenia lub wyłączenia urządzenia, należy spróbować skorygować zakłócenia, podejmując jeden lub więcej z poniższych środków zaradczych:

- Obrócić lub przestawić antenę odbiornika.
- Zwiększyć odległość między sprzętem a odbiornikiem.
- Podłączyć sprzęt do gniazda znajdującego się w innym obwodzie niż odbiornik.
- Skontaktować się ze sprzedawcą lub specjalistą w zakresie urządzeń radiowo-telewizyjnych w celu uzyskania pomocy.



OSTRZEŻENIE

Zastosowanie: urządzenia cyfrowe podlegające normie 15.19/RSS-210.

UWAGA: to urządzenie jest zgodne z częścią 15 przepisów FCC oraz kanadyjską normą przemysłową RSS-210. Jego działanie zależy od dwóch poniższych warunków:

1. urządzenie nie może wywoływać szkodliwych zakłóceń;
2. urządzenie musi odbierać wszelkie zakłócenia, nawet te, które mogą wywołać działanie niepożądane.



OSTRZEŻENIE

Zastosowanie: urządzenia cyfrowe podlegające normie 15.21.

UWAGA: zmiany wprowadzane w tym urządzeniu bez wyraźnej zgody firmy FLIR Systems mogą unieważnić pozwolenie FCC na korzystanie z takiego sprzętu.



OSTRZEŻENIE

Zastosowanie: urządzenia cyfrowe podlegające normie 2.1091/2.1093/OET, wydanie 65.

Informacje odnośnie promieniowania fal radiowych: poziom promieniowania dla mocy wyjściowej tego urządzenia znajduje się poniżej limitów wyznaczonych przez FCC/IC. Mimo to sprzęt ten powinien być wykorzystywany w taki sposób, aby kontakt z człowiekiem podczas pracy był ograniczony do minimum.



OSTRZEŻENIE

Zastosowanie: kamery z co najmniej jednym akumulatorem.

Nie należy demontować ani przerabiać akumulatora. Akumulator jest wyposażony w elementy zabezpieczające, które w razie uszkodzenia mogą spowodować nagrzanie się, wybuch lub zapłon akumulatora.



OSTRZEŻENIE

Zastosowanie: kamery z co najmniej jednym akumulatorem.

W przypadku dostania się elektrolitu z akumulatora do oczu nie należy ich przecierać. Dokładnie przemyć oczy wodą i niezwłocznie udać się do lekarza. Nieprzestrzeganie tych zaleceń może spowodować uszkodzenie wzroku.



OSTRZEŻENIE

Zastosowanie: kamery z co najmniej jednym akumulatorem.

Jeśli akumulator nie ładuje się mimo upływu podanego czasu ładowania, nie należy go dłużej ładować. W przeciwnym razie może się nagrzać oraz spowodować wybuch, zapłon i obrażenia ciała.

	OSTRZEŻENIE
Zastosowanie: kamery z co najmniej jednym akumulatorem. Do rozładowania akumulatora należy używać odpowiednich urządzeń. W przeciwnym razie może ulec pogorszeniu wydajność lub trwałość użytkowa akumulatora. Użycie nieodpowiednich urządzeń może powodować przepływ prądu o dużym natężeniu. Może to spowodować nagrzanie się akumulatora lub jego wybuch i obrażenia ciała.	
	OSTRZEŻENIE
Przed użyciem jakichkolwiek płynów należy dokładnie zapoznać się z odpowiednimi kartami MSDS (charakterystyki substancji niebezpiecznej) oraz ze wszystkimi etykietami ostrzegawczymi na pojemnikach. Płyny mogą być substancjami niebezpiecznymi i powodować obrażenia ciała.	
	OSTROŻNIE
Nie należy nakierowywać kamery termowizyjnej (z osłoną obiektywu lub bez niej) na silne źródła energii, np. urządzenia wytwarzające promieniowanie laserowe, lub na słońce. Może to mieć negatywny wpływ na precyzję kamery. Może również spowodować uszkodzenie detektora kamery.	
	OSTROŻNIE
Kamery nie należy używać w temperaturze przekraczającej +50°C, chyba że w dokumentacji dla użytkownika lub w danych technicznych zawarto inne dane. Wysoka temperatura może spowodować uszkodzenie sprzętu.	
	OSTROŻNIE
Zastosowanie: kamery z co najmniej jednym akumulatorem. Jeśli firma FLIR Systems nie dostarczyła specjalnego adaptera, nie należy podłączać akumulatora bezpośrednio do gniazda zapalniczki w samochodzie. Może to spowodować uszkodzenie akumulatora.	
	OSTROŻNIE
Zastosowanie: kamery z co najmniej jednym akumulatorem. Nie należy zwierzać dodatniego i ujemnego bieguna akumulatora metalowymi przedmiotami (np. drutem). Może to spowodować uszkodzenie akumulatora.	
	OSTROŻNIE
Zastosowanie: kamery z co najmniej jednym akumulatorem. Nie należy dopuszczać do rozlania się na akumulator wody (także morskiej) lub jego zamoczenia. Może to spowodować uszkodzenie akumulatora.	
	OSTROŻNIE
Zastosowanie: kamery z co najmniej jednym akumulatorem. Nie należy wykonywać otworów w akumulatorze. Może to spowodować uszkodzenie akumulatora.	
	OSTROŻNIE
Zastosowanie: kamery z co najmniej jednym akumulatorem. Nie należy uderzać akumulatora młotkiem. Może to spowodować uszkodzenie akumulatora.	
	OSTROŻNIE
Zastosowanie: kamery z co najmniej jednym akumulatorem. Nie należy stawiać na akumulatorze, uderzać go ani narażać go na wstrząsy. Może to spowodować uszkodzenie akumulatora.	

	OSTROŻNIE
Zastosowanie: kamery z co najmniej jednym akumulatorem. Nie należy wkładać akumulatora do ognia ani narażać go na bezpośrednie działanie promieni słonecznych lub wysokiej temperatury. W przypadku silnego nagrzania akumulatora uaktywnia się wewnętrzny mechanizm zabezpieczający, który może przerwać procedurę ładowania. Jeśli akumulator zostanie rozgrzany do wysokiej temperatury, mechanizm zabezpieczający może ulec uszkodzeniu, co może spowodować dalsze nagrzewanie się akumulatora, jego uszkodzenie lub zapłon.	
	OSTROŻNIE
Zastosowanie: kamery z co najmniej jednym akumulatorem. Nie należy wkładać akumulatora do ognia ani go rozgrzewać. Może to spowodować uszkodzenie akumulatora i obrażenia ciała.	
	OSTROŻNIE
Zastosowanie: kamery z co najmniej jednym akumulatorem. Nie należy umieszczać akumulatora w pobliżu kominków, pieców ani w innych miejscach, w których panuje wysoka temperatura. Może to spowodować uszkodzenie akumulatora i obrażenia ciała.	
	OSTROŻNIE
Zastosowanie: kamery z co najmniej jednym akumulatorem. Nie należy lutować bezpośrednio na akumulatorze. Może to spowodować uszkodzenie akumulatora.	
	OSTROŻNIE
Zastosowanie: kamery z co najmniej jednym akumulatorem. Należy niezwłocznie zaprzestać korzystania z akumulatora, jeśli podczas pracy, ładowania lub przechowywania zacznie wydobywać się z niego nietypowy zapach, jeśli stanie się gorący w dotyku, odbarwi się, odkształci lub jeśli wystąpią inne nietypowe objawy. W razie wystąpienia tego rodzaju problemów należy skontaktować się ze sprzedawcą. W przeciwnym razie może dojść do uszkodzenia akumulatora i obrażeń ciała.	
	OSTROŻNIE
Zastosowanie: kamery z co najmniej jednym akumulatorem. Do ładowania akumulatora należy używać wyłącznie ładowarki o parametrach podanych w instrukcji. W przeciwnym razie może dojść do uszkodzenia akumulatora.	
	OSTROŻNIE
Zastosowanie: kamery z co najmniej jednym akumulatorem. Należy korzystać wyłącznie z akumulatora przeznaczonego do tej kamery. W przeciwnym razie może dojść do uszkodzenia kamery i akumulatora.	
	OSTROŻNIE
Zastosowanie: kamery z co najmniej jednym akumulatorem. Zakres dopuszczalnych temperatur ładowania akumulatora wynosi od ± 0 do $+45^{\circ}\text{C}$. Ładowanie akumulatora w temperaturze spoza tego zakresu może spowodować jego przegrzanie lub uszkodzenie. Może również pogorszyć wydajność lub trwałość użytkową akumulatora.	
	OSTROŻNIE
Zastosowanie: kamery z co najmniej jednym akumulatorem. Zakres dopuszczalnych temperatur dla usuwania energii elektrycznej z akumulatora wynosi od -15°C do $+50^{\circ}\text{C}$, chyba że w dokumentacji dla użytkownika lub w danych technicznych zawarto inne informacje. Używanie akumulatora w temperaturach spoza tego zakresu może spowodować pogorszenie jego wydajności lub trwałości użytkowej.	

	OSTROŻNIE
Zastosowanie: kamery z co najmniej jednym akumulatorem. Przed zutylizowaniem zużytego akumulatora należy zaizolować bieguny taśmą samoprzylepną lub podobnym materiałem. W przeciwnym razie może dojść do uszkodzenia akumulatora i obrażeń ciała.	
	OSTROŻNIE
Zastosowanie: kamery z co najmniej jednym akumulatorem. Przed zamontowaniem akumulator należy wytrzeć do sucha, usuwając z jego powierzchni wszelką wodę i wilgoć. W przeciwnym razie może dojść do uszkodzenia akumulatora i obrażeń ciała.	
	OSTROŻNIE
Nie należy używać rozpuszczalników ani podobnych środków do czyszczenia kamery, kabli i innych elementów. Może to spowodować uszkodzenie akumulatora i obrażenia ciała.	
	OSTROŻNIE
Podczas czyszczenia obiektywu na podczerwień należy zachować ostrożność. Obiektyw jest wyposażony w powłokę antyodblaskową, którą można łatwo uszkodzić. Mogłoby to spowodować uszkodzenie obiektywu na podczerwień.	
	OSTROŻNIE
Podczas czyszczenia obiektywu na podczerwień nie należy używać zbyt dużej siły. Mogłoby to spowodować uszkodzenie powłoki antyodblaskowej.	

Uwaga Stopień zabezpieczenia obudowy ma zastosowanie tylko wtedy, gdy wszystkie otwory kamery są zamknięte za pomocą właściwych osłon lub zatyczek. Dotyczy to także komór baterii, złączy i nośników danych.

3.1 Forum użytkownik-użytkownik

Nasze forum typu użytkownik-użytkownik umożliwia wymianę pomysłów, rozwiązań termowizyjnych i rozwiązywanie problemów w ramach międzynarodowej społeczności użytkowników urządzeń termowizyjnych. Aby odwiedzić forum, przejdź do witryny:

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

3.2 Kalibracja

Zaleca się oddawanie kamery do kalibracji raz w roku. Informacje na temat miejsca wysyłki kamery do kalibracji można uzyskać w lokalnym biurze sprzedaży.

3.3 Dokładność

Dla uzyskania bardzo dokładnych wyników, przed przystąpieniem do pomiaru temperatury zaleca się odczekać 5 minut od włączenia kamery.

3.4 Utylizacja odpadów elektronicznych



Podobnie jak większość produktów elektronicznych także to urządzenie musi zostać zutylizowane w sposób przyjazny dla środowiska naturalnego i zgodnie z obowiązującymi przepisami dotyczącymi odpadów elektronicznych.

Więcej szczegółów można uzyskać od przedstawicieli firmy FLIR Systems.

3.5 Szkolenia

Informacje na temat szkoleń w zakresie termografii można znaleźć w witrynie:

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

3.6 Aktualizacje dokumentacji

Instrukcje obsługi są aktualizowane kilka razy do roku, a ponadto regularnie publikowane są ważne powiadomienia dotyczące produktów oraz informacje o zmianach.

Aby uzyskać dostęp do najnowszych wersji instrukcji obsługi, przetłumaczonych instrukcji obsługi i powiadomień, należy przejść do karty Download na stronie:

<http://support.flir.com>

Rejestracja online trwa kilka minut. Wśród plików do pobrania można znaleźć także najnowsze wersje instrukcji obsługi innych naszych produktów oraz instrukcje obsługi starszych produktów.

3.7 Istotne uwagi dotyczące tego podręcznika

Firma FLIR Systems wydaje podręczniki ogólne dotyczące różnych kamer z danej linii modeli.

Oznacza to, że w ten podręcznik może zawierać opisy i objaśnienia, które nie dotyczą danego modelu kamery.

3.8 Informacja o obowiązujących wersjach

Obowiązująca wersja tej publikacji została sporządzona w języku angielskim. W przypadku rozbieżności na skutek błędów w tłumaczeniu priorytet zachowuje wersja angielska.

Wszelkie najnowsze zmiany są najpierw umieszczane w języku angielskim.

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](#)

To find a datasheet for a current product, click on a picture.
To find a datasheet for a legacy product, click [here](#).







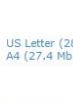







[More...](#)

Product catalog
Please right-click the links below and select Save Target As... to save the file.

[Important legal disclaimer, dangers, warnings, and cautions](#)

Accessories



4.1 Ogólne

Aby uzyskać pomoc techniczną, odwiedź witrynę:

<http://support.flir.com>

4.2 Przesyłanie pytania

Tylko zarejestrowani użytkownicy mogą przysyłać pytania do zespołu ds. pomocy. Zarejestrowanie się przez Internet zajmie tylko kilka minut. Przeszukiwanie bazy istniejących pytań i odpowiedzi nie wymaga rejestracji.

Przed przesłaniem pytania należy przygotować następujące informacje:

- Model kamery
- Numer seryjny kamery
- Protokół komunikacyjny lub sposób przesyłania danych między kamerą a urządzeniem (np. czytnik kart SD, HDMI, Ethernet, USB lub FireWire)
- Typ urządzenia (PC/Mac/iPhone/iPad/Android itp.)
- Wersje programów firmy FLIR Systems
- Pełna nazwa, numer publikacji i numer wersji podręcznika

4.3 Pliki do pobrania

W witrynie pomocy dla klientów można także pobrać następujące pliki, jeżeli są one dostępne dla danego produktu:

- Aktualizacje oprogramowania wewnętrznego kamery termowizyjnej.
- Aktualizacje oprogramowania komputera PC/Mac.
- Bezpłatne i próbne wersje oprogramowania komputera PC/Mac.
- Dokumentacja dla użytkownika obecnych i starszych produktów.
- Rysunki techniczne (w formacie *.dxf i *.pdf).
- Modele danych Cad (w formacie *.stp).
- Przykłady zastosowania.
- Dane techniczne.
- Katalogi produktów.

5.1 Procedura

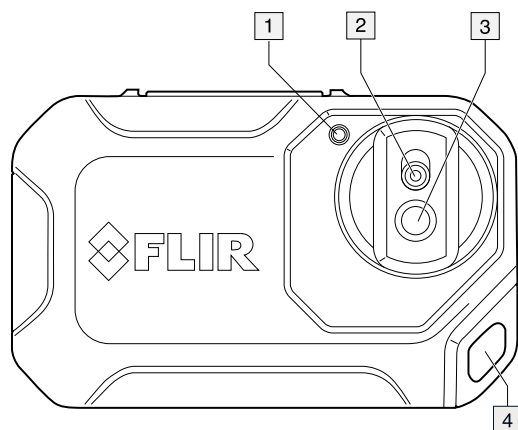
Wykonaj następujące czynności:

1. Ładować akumulator przez około 1,5 godziny przy użyciu zasilacza FLIR.
2. Naciśnij przycisk włączania/wyłączania , aby włączyć kamerę.
3. Nakieruj kamerę na obiekt zainteresowania.
4. Naciśnij przycisk Save, aby zapisać obraz.

(Czynności opcjonalne)

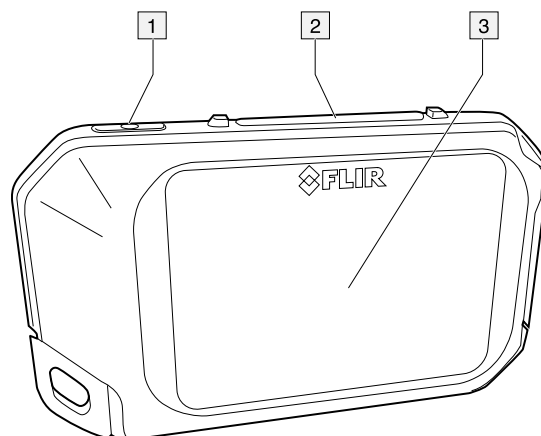
5. Pobierz FLIR Tools ze strony internetowej <http://support.flir.com/tools>.
6. Zainstaluj program FLIR Tools w komputerze.
7. Uruchom program FLIR Tools.
8. Podłącz kamerę do komputera za pomocą kabla USB.
9. Zimportuj obrazy do FLIR Tools.
10. Utwórz raport w formacie PDF w aplikacji FLIR Tools.

6.1 Widok z przodu



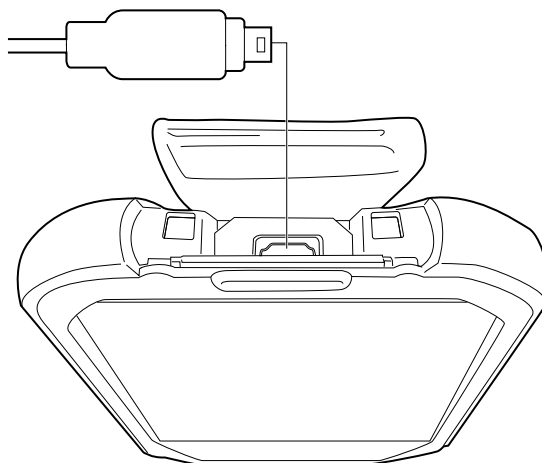
1. Lampa kamery.
2. Obiektyw do kamery cyfrowej.
3. Obiektyw na podczerwień
4. Punkt zaczepienia.

6.2 Widok od tyłu



1. Przycisk włączania/wyłączania.
2. Przycisk Save.
3. Ekran kamery.

6.3 Złącze

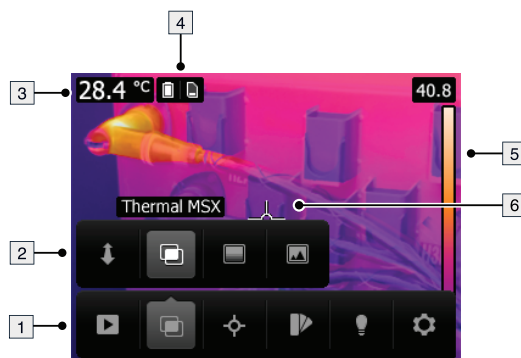


Złącze USB Micro-B umożliwia:

- Ładowanie akumulatora za pomocą zasilacza FLIR.
- Przenoszenie obrazów z kamery do komputera w celu dalszej analizy w programie FLIR Tools.

Uwaga Przed przystąpieniem do przenoszenia obrazów należy zainstalować program FLIR Tools na komputerze.

6.4 Elementy ekranu



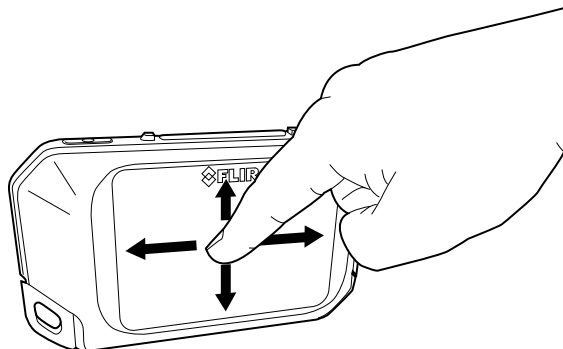
1. Pasek menu głównego.
2. Pasek podmenu.
3. Tabela wyników
4. Ikony stanu.
5. Skala temperatury
6. Punkt pomiarowy.

6.5 Orientacja automatyczna

Kamera jest wyposażona w funkcję orientacji automatycznej, która samodzielnie dostosowuje informacje pomiarowe na ekranie do pionowego lub poziomego ustawienia kamery.

Uwaga Funkcję automatycznej orientacji można włączyć na ekranie ustawień. W tym celu wybierz opcję *Ustawienia > Ustawienia urządzenia > Orientacja automatyczna > Włącz*.

6.6 Nawigacja w systemie menu



Kamera jest wyposażona w ekran dotykowy. Po systemie menu można poruszać się palcem wskazującym lub specjalnie zaprojektowanym pojemnościowym piórkiem dotykowym.

Dotknij ekran kamery, aby wyświetlić menu.

7.1 Ładowanie akumulatora



OSTRZEŻENIE

Upewnij się, że gniazdko zasilania znajduje się w pobliżu sprzętu i jest do niego łatwy dostęp.

Wykonaj następujące czynności:

1. Podłącz zasilacz FLIR do gniazdka ściennego.
2. Włóż wtyczkę przewodu zasilacza do złącza USB kamery.

7.2 Włączanie i wyłączanie kamery

- Naciśnij przycisk włączania/wyłączania , aby włączyć kamerę.
- Aby przejść do trybu gotowości kamery, naciśnij i przytrzymaj przycisk włączania/wyłączania  do momentu zgaśnięcia ekranu (krócej niż 5 sekund). Kamera zostanie automatycznie wyłączona po 2 godzinach.
- W celu wyłączenia kamery naciśnij przycisk włączania/wyłączania  i przytrzymaj go przez ponad 5 sekund.

7.3 Zapisywanie obrazu

7.3.1 Ogólne

Kamera jest wyposażona w pamięć wewnętrzną, w której można zapisać obrazy.

Kamera zapisuje jednocześnie obraz termiczny i obraz w świetle widzialnym.

7.3.2 Pojemność pamięci

W wewnętrznej pamięci kamery można zapisać około 500 obrazów.

7.3.3 Konwencja nazewnictwa

Zapisywanym obrazom nazwy nadawane są zgodnie z konwencją *FLIRxxxx.jpg*, gdzie xxxx oznacza automatycznie przydzielany numer.

7.3.4 Procedura

Wykonaj następujące czynności:

1. Aby zapisać obraz, naciśnij przycisk Save.

7.4 Przywoływanie obrazu

7.4.1 Ogólne

Zapisane obrazy są przechowywane w wewnętrznej pamięci kamery. Aby wyświetlić obraz ponownie, należy go przywołać z wewnętrznej pamięci kamery.

7.4.2 Procedura

Wykonaj następujące czynności:

1. Dotknij ekranu kamery. Spowoduje to wyświetlenie paska narzędzi głównego menu.
2. Wybierz opcję *Obrazy* . Spowoduje to wyświetlenie obrazu w archiwum obrazów.

-
3. Aby wyświetlić poprzedni lub następny obraz, wykonaj jedną z następujących czynności:
 - Przesuń palcem w lewo lub w prawo.
 - Dotknij strzałki w lewo  lub strzałki w prawo .
 4. Aby przełączać się pomiędzy trybem widzialnym a podczerwienią, przesuń palcem w górę lub w dół.
 5. Dotknij ekranu kamery. Spowoduje to wyświetlenie paska narzędzi.
 - Wybierz opcję *Pełny ekran*  lub *Zamknij tryb pełnoekranowy* , aby przełączać się między widokiem normalnym i pełnoekranowym.
 - Wybierz opcję *Miniatury* , aby wyświetlić podgląd miniatur. Aby przewijać między miniaturami, przesuń palcem po ekranie w górę/w dół. Aby wyświetlić obraz, dotknij jego miniatury.
 - Wybierz opcję *Usuń* , aby usunąć obraz.
 - Wybierz opcję *Informacje* , aby wyświetlić informacje na temat obrazu.
 - Wybierz opcję *Kamera* , aby wrócić do trybu ruchomego.

7.5 Usuwanie obrazu

7.5.1 Ogólne

Istnieje możliwość usunięcia obrazu z wewnętrznej pamięci kamery.

7.5.2 Procedura

Wykonaj następujące czynności:

1. Dotknij ekranu kamery. Spowoduje to wyświetlenie paska narzędzi głównego menu.
2. Wybierz opcję *Obrazy* . Spowoduje to wyświetlenie obrazu w archiwum obrazów.
3. Aby wyświetlić poprzedni lub następny obraz, wykonaj jedną z następujących czynności:
 - Przesuń palcem w lewo lub w prawo.
 - Dotknij strzałki w lewo  lub strzałki w prawo .
4. Po wyświetleniu obrazu, który chcesz usunąć, dotknij ekranu kamery. Spowoduje to wyświetlenie paska narzędzi.
5. Na pasku narzędzi wybierz opcję *Usuń* . Wyświetlone zostanie okno dialogowe.
6. W oknie dialogowym wybierz opcję *Usuń*.
7. Aby wrócić do trybu ruchomego, dotknij ekranu kamery i wybierz opcję *Kamera* .

7.6 Usuwanie wszystkich obrazów

7.6.1 Ogólne

Istnieje możliwość usunięcia wszystkich obrazów z wewnętrznej pamięci kamery.

7.6.2 Procedura

Wykonaj następujące czynności:

1. Dotknij ekranu kamery. Spowoduje to wyświetlenie paska narzędzi głównego menu.

-
2. Wybierz opcję *Ustawienia* . Spowoduje to wyświetlenie okna dialogowego.
 3. W oknie dialogowym wybierz opcję *Ustawienia urządzenia*. Wyświetlone zostanie okno dialogowe.
 4. W oknie dialogowym wybierz opcję *Resetowanie opcji*. Wyświetlone zostanie okno dialogowe.
 5. W oknie dialogowym wybierz *Usuń wszystkie zapisane obrazy*. Wyświetlone zostanie okno dialogowe.
 6. W oknie dialogowym wybierz opcję *Usuń*.
 7. Aby wrócić do trybu ruchomego, dotknij kilka razy lewej górnej strzałki . Możesz także nacisnąć raz przycisk Zapisz.

7.7 Pomiar temperatury przy użyciu punktu pomiarowego

7.7.1 Ogólne

Temperaturę można zmierzyć za pomocą miernika punktowego. Temperatura będzie wyświetlana na ekranie w miejscu miernika.

7.7.1.1 Procedura

Wykonaj następujące czynności:

1. Dotknij ekranu kamery. Spowoduje to wyświetlenie paska narzędzi głównego menu.
2. Wybierz opcję *Pomiar* . Spowoduje to wyświetlenie paska podmenu.
3. Na pasku podmenu wybierz opcję *Punkt środkowy* .

Temperatura w miejscu punktu pomiarowego będzie teraz wyświetlana w lewym górnym rogu ekranu.

7.8 Ukrywanie narzędzi pomiarowych

7.8.1 Procedura

Wykonaj następujące czynności:

1. Dotknij ekranu kamery. Spowoduje to wyświetlenie paska narzędzi głównego menu.
2. Wybierz opcję *Pomiar* . Spowoduje to wyświetlenie paska podmenu.
3. Na pasku podmenu wybierz opcję *Brak pomiarów* .

7.9 Zmiana palety kolorów

7.9.1 Ogólne

Istnieje możliwość zmiany palety kolorów, za pomocą której kamera wyświetla różne temperatury. W innej palecie analiza obrazu może być łatwiejsza.

7.9.2 Procedura

Wykonaj następujące czynności:

1. Dotknij ekranu kamery. Spowoduje to wyświetlenie paska narzędzi głównego menu.
2. Wybierz opcję *Kolor* . Spowoduje to wyświetlenie paska podmenu.

3. Na pasku podmenu wybierz typ palety kolorów:

- *Żelazo.*
- *Tęcza.*
- *Tęcza (wysoki kontrast).*
- *Szarość.*

7.10 Zmiana trybu obrazu

7.10.1 Ogólne

Kamera jednocześnie rejestruje obraz w paśmie widzialnym i podczerwonym. Wybierając tryb, określasz, który typ obrazu będzie wyświetlany na ekranie.

Kamera obsługuje następujące tryby obrazów:

- *Tryb MSX* (Multi Spectral Dynamic Imaging): kamera wyświetla obraz w podczerwieni, ale krawędzie obiektów są uzupełnione o szczegóły obrazu w paśmie widzialnym.



- *Termowizyjny*: kamera wyświetla obraz w podczerwieni.



- *Kamera cyfrowa*: Kamera wyświetla tylko obraz w świetle widzialnym zarejestrowany przez kamerę cyfrową.



Aby wyświetlić dobry obraz w trybie fuzji (*Tryb MSX*), kamera musi wprowadzić poprawki kompensujące niewielką różnicę pozycji między obiektywem kamery cyfrowej i obiektywem podczerwieni. Dokładna regulacja obrazu wymaga odległości wyrównania (tj. odległości od obiektu).

7.10.2 Procedura

Wykonaj następujące czynności:

1. Dotknij ekranu kamery. Spowoduje to wyświetlenie paska narzędzi głównego menu.
2. Wybierz opcję *Tryb zobrazowania* . Spowoduje to wyświetlenie paska podmenu.
3. Na pasku podmenu wybierz jedną z następujących opcji:
 - *Tryb MSX* .
 - *Termowizyjny* .
 - *Kamera cyfrowa* .
4. W przypadku wybrania opcji *Tryb MSX* należy ustawić także odległość od obiektu, wykonując następujące czynności:
 - Na pasku podmenu wybierz opcję *Odległość dla wyrównania* . Wyświetlone zostanie okno dialogowe.
 - W oknie dialogowym wybierz odległość od obiektu.

7.11 Zmiana trybu skali temperatury

7.11.1 Ogólne

Kamera może działać w dwóch różnych trybach skali temperatury:

- Tryb *Automatyczny*: w tym trybie kamera automatycznie, w sposób ciągły, dostraja się w celu uzyskania optymalnej jasności i kontrastu obrazu.
- Tryb *Blokada*: w tym trybie kamera blokuje zakres temperatur i poziom temperatury.

7.11.2 Kiedy należy stosować tryb *Blokada*

Typową sytuacją, w której ma zastosowanie tryb *Blokada*, jest wyszukiwanie anomalii termicznych w dwóch obiektach o podobnym kształcie lub konstrukcji.

Na przykład: dostępne są dwa kable i istnieje podejrzenie, że jeden z nich ulega przegrzaniu. Z kamerą w trybie *Automatyczny* skierować kamerę na kabel o normalnej temperaturze i włączyć tryb *Blokada*. Następnie po skierowaniu kamery w trybie *Blokada* na podejrzany przegrzany kabel, kabel ten będzie wyświetlany w *jaśniejszym* kolorze na obrazie termowizyjnym, jeśli jego temperatura jest *wyższa* niż pierwszego kabla.

Jeśli zamiast tego zastosujesz tryb *Automatyczny*, kolor obu przewodów może wyglądać tak samo mimo różnicy temperatur.

7.11.3 Procedura

Aby przełączać się między trybem *Automatyczny* i trybem *Blokada*, dotknij górną lub dolną wartość temperatury na skali temperatur.

Ikona szarej kłódki wskazuje, że tryb *Blokada* jest aktywny.

7.12 Ustawianie emisyjności

7.12.1 Ogólne

Aby dokonywać dokładnych pomiarów temperatury, kamera musi wiedzieć, jaka powierzchnia jest przedmiotem pomiaru. Do wyboru są następujące właściwości powierzchni:

- *Matowe*.
- *Półmatowe*.

- *Półbłyszczące*.

Alternatywnie można ustawić niestandardową wartość emisyjności.

Więcej informacji o emisyjności — patrz rozdział 15 *Techniki pomiarów termowizyjnych*, strona 57.

7.12.2 Procedura

Wykonaj następujące czynności:

1. Dotknij ekranu kamery. Spowoduje to wyświetlenie paska narzędzi głównego menu.
2. Wybierz opcję *Ustawienia* . Spowoduje to wyświetlenie okna dialogowego.
3. W oknie dialogowym wybierz opcję *Parametry pomiarów*. Wyświetlone zostanie okno dialogowe.
4. W oknie dialogowym wybierz opcję *Emisyjność*. Wyświetlone zostanie okno dialogowe.
5. W oknie dialogowym wybierz jedną z następujących opcji:
 - *Matowe*.
 - *Półmatowe*.
 - *Półbłyszczące*.
 - *Wartość niestandardowa*. Wyświetlone zostanie okno dialogowe, w którym można wprowadzić wartość.
6. Aby wrócić do trybu ruchomego, dotknij kilka razy lewej górnej strzałki . Możesz także nacisnąć raz przycisk Zapisz.

7.13 Zmiana odbitej temperatury pozornej otoczenia

7.13.1 Ogólne

Ten parametr służy do kompensacji promieniowania odbijanego przez obiekt. Prawidłowe ustawienie i kompensacja odbitej temperatury pozornej są istotne w przypadku niskiej emisyjności i znacznej różnicy pomiędzy temperaturą obiektu a odbitą temperaturą pozorną.

Więcej informacji o odbitej temperaturze pozornej — patrz rozdział 15 *Techniki pomiarów termowizyjnych*, strona 57.

7.13.2 Procedura

Wykonaj następujące czynności:

1. Dotknij ekranu kamery. Spowoduje to wyświetlenie paska narzędzi głównego menu.
2. Wybierz opcję *Ustawienia* . Spowoduje to wyświetlenie okna dialogowego.
3. W oknie dialogowym wybierz *Measurement parameters*. Wyświetlone zostanie okno dialogowe.
4. W oknie dialogowym wybierz opcję *Temperatura odbita*. Wyświetlone zostanie okno dialogowe, w którym można wprowadzić wartość.
5. Aby wrócić do trybu ruchomego, dotknij kilka razy lewej górnej strzałki . Możesz także nacisnąć raz przycisk Zapisz.

7.14 Zmiana odległości

7.14.1 Ogólne

Odległość to dystans dzielący obiekt i czoło obiektywu kamery. Parametr ten służy do kompensacji wpływu następujących dwóch zjawisk:

- Pochłanianie promieniowania obiektu przez atmosferę pomiędzy obiektem a kamerą
- Wykrywanie przez kamerę promieniowania samej atmosfery

Aby uzyskać więcej informacji, patrz rozdział 15 *Techniki pomiarów termowizyjnych*, strona 57.

7.14.2 Procedura

Wykonaj następujące czynności:

1. Dotknij ekranu kamery. Spowoduje to wyświetlenie paska narzędzi głównego menu.
2. Wybierz opcję *Ustawienia* . Spowoduje to wyświetlenie okna dialogowego.
3. W oknie dialogowym wybierz *Measurement parameters*. Wyświetlone zostanie okno dialogowe.
4. W oknie dialogowym wybierz opcję *Odległość*. Wyświetlone zostanie okno dialogowe, w którym można wprowadzić wartość.
5. Aby wrócić do trybu ruchomego, dotknij kilka razy lewej górnej strzałki . Możesz także nacisnąć raz przycisk Zapisz.

7.15 Wykonywanie korekcji niejednorodności

7.15.1 Na czym polega korekcja niejednorodności?

Korekcja niejednorodności (NUC) to *poprawki wprowadzane przez kamerę, które pozwalają zrekompensować różnice czułości elementów czujnika, a także niedoskonałości optyczne i geometryczne*.¹

7.15.2 Kiedy należy wykonać korekcję niejednorodności?

Proces ten powinien być wykonywany za każdym razem, gdy obraz finalny zawiera szum. Szum pojawia się najczęściej podczas zmiany temperatury otoczenia (np. praca wewnątrz/na zewnątrz i odwrotnie).

7.15.3 Procedura

Aby przeprowadzić korekcję niejednorodności, dotknij i przytrzymaj ikonę . Na ekranie zostanie wyświetlony tekst *Trwa kalibracja....*

7.16 Używanie lampy kamery

7.16.1 Ogólne

Lampy kamery można używać jako latarki lub lampy błyskowej podczas rejestracji obrazów.

7.16.2 Procedura

Wykonaj następujące czynności:

1. Dotknij ekranu kamery. Spowoduje to wyświetlenie paska narzędzi głównego menu.
2. Wybierz opcję *Lampa* .
3. Dotknij jednego z poniższych elementów:
 - *Lampa błyskowa* (aby używać lampy jako lampy błyskowej podczas rejestrowania obrazów).
 - *Wł.* (aby włączyć lampę i używać jej jako latarki).
 - *Wył.* (aby wyłączyć lampę).

1. Definicja na podstawie przygotowywanej międzynarodowej wersji normy DIN 54190-3 (Badania nieniszczące — Badania termograficzne — Część 3: definicje i terminy).

7.17 Konfigurowanie połączenia Wi-Fi

W zależności od konfiguracji kamery można połączyć ją z bezprzewodową siecią lokalną (WLAN) przez połączenie Wi-Fi lub udostępniać z kamery połączenia Wi-Fi innym urządzeniom.

Kamerę można podłączyć na dwa różne sposoby:

- *Najczęstsze zastosowanie*: konfigurowanie połączenia peer-to-peer (nazywanego też połączeniem *ad-hoc* lub *P2P*). Ta metoda jest przeważnie używana w przypadku współpracy z innymi urządzeniami, takimi jak iPhone czy iPad.
- *Rzadsze zastosowanie*: podłączanie kamery do sieci WLAN.

7.17.1 Konfigurowanie połączenia peer-to-peer (najczęstsze zastosowanie)

Wykonaj następujące czynności:

1. Dotknij ekranu kamery. Spowoduje to wyświetlenie paska narzędzi głównego menu.
2. Wybierz opcję *Ustawienia* . Spowoduje to wyświetlenie okna dialogowego.
3. Wybierz opcję *Ustawienia urządzenia*.
4. Wybierz opcję *Wi-Fi*.
5. Wybierz polecenie *Udostępnij*.
6. (Operacja dodatkowa) Aby wyświetlać i zmieniać parametry, wybierz opcję *Ustawienia*.
 - Aby zmienić kanał (dla nadawania kamery), wybierz opcję *Kanał*.
 - Aby włączyć tryb WEP (algorytm szyfrowania), wybierz opcję *Szyfrowanie WEP*. Pole wyboru trybu *Szyfrowanie WEP* zostanie zaznaczone.
 - Aby zmienić hasło szyfrowania WEP, wybierz opcję *Hasło*.

Uwaga Powyższe parametry są ustawiane dla sieci danej kamery. Będą używane przez urządzenie zewnętrzne na potrzeby łączenia się z siecią.

7.17.2 Podłączanie kamery do lokalnej sieci bezprzewodowej (rzadsze zastosowanie)

Wykonaj następujące czynności:

1. Dotknij ekranu kamery. Spowoduje to wyświetlenie paska narzędzi głównego menu.
2. Wybierz opcję *Ustawienia* . Spowoduje to wyświetlenie okna dialogowego.
3. Wybierz opcję *Ustawienia urządzenia*.
4. Wybierz opcję *Wi-Fi*.
5. Wybierz opcję *Połącz z siecią*.
6. Wybierz opcję *Sieci*, aby wyświetlić ich listę.
7. Wybierz jedną z dostępnych sieci.
Sieci chronione hasłem są oznaczone ikoną kłódki i wymagają podania hasła.

Uwaga Niektóre sieci nie nadają informacji o swojej dostępności. Aby połączyć się z taką siecią, wybierz polecenie *Dodaj sieć...* i ustaw ręcznie wszystkie parametry danej sieci.

7.18 Zmiana ustawień

7.18.1 Ogólne

Możesz zmienić wiele ustawień kamery.

Menu *Ustawienia* zawiera następujące opcje:

- *Parametry pomiarowe*.
- *Opcje zapisu*.
- *Ustawienia urządzenia*.

7.18.1.1 Parametry pomiarów

- *Emisyjność.*
- *Temperatura odbita.*
- *Odległość.*

7.18.1.2 Opcje zapisu

- *Photo as separate JPEG:* Wybór tego polecenia umożliwia zapisanie zdjęcia cyfrowego z kamery, w pełnym polu widzenia, jako osobny plik w formacie JPEG. Aktywacja tej opcji może być konieczna, jeśli nie używasz oprogramowania FLIR Tools.

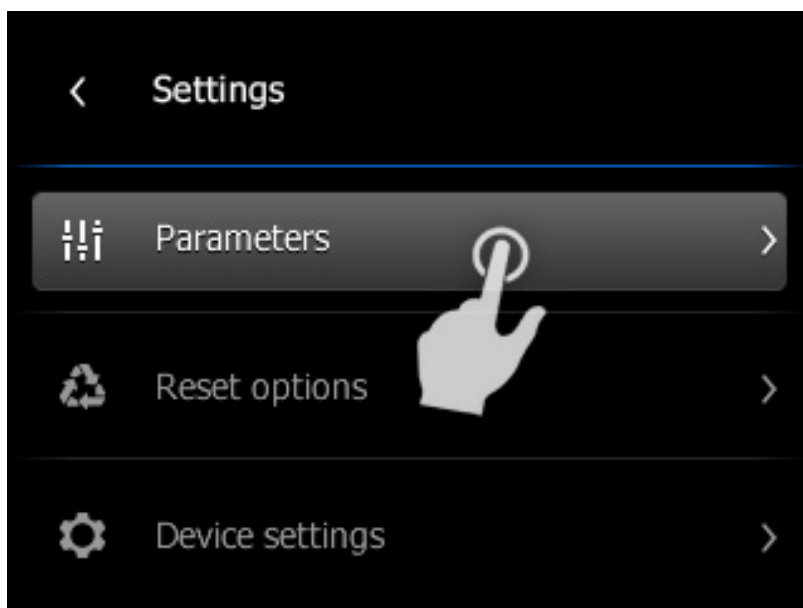
7.18.1.3 Ustawienia urządzenia

- *Region i godzina:*
 - *Język.*
 - *Jednostka temperatury.*
 - *Jednostka odległości.*
 - *Data i godzina.*
 - *Format daty i godziny.*
- *Resetowanie opcji:*
 - *Przywróć domyślny tryb kamery.*
 - *Przywróć fabryczne ustawienia urządzenia.*
 - *Usuń wszystkie zapisane obrazy.*
- *Autom. wył. zasilania.*
- *Orientacja automatyczna.*
- *Jasność wyświetlacza.*
- *Informacje o kamerze:* Po wyborze tego polecenia wyświetlone zostaną informacje na temat kamery, np. model, numer seryjny i wersja oprogramowania.

7.18.2 Procedura

Wykonaj następujące czynności:

1. Dotknij ekranu kamery. Spowoduje to wyświetlenie paska narzędzi głównego menu.
2. Wybierz opcję *Ustawienia* . Spowoduje to wyświetlenie okna dialogowego.
3. W oknie dialogowym dotknij ustawienia, które chcesz zmienić.



-
4. Aby wrócić do trybu ruchomego, dotknij kilka razy lewej górnej strzałki . Możesz także nacisnąć raz przycisk Zapisz.

7.19 Aktualizacja oprogramowania kamery

7.19.1 Ogólne

Należy jak najczęściej aktualizować oprogramowanie sprzętowe kamery, aby móc korzystać ze wszystkich jego zalet. Oprogramowane kamery można zaktualizować za pomocą programu FLIR Tools.

7.19.2 Procedura

Wykonaj następujące czynności:

1. Uruchom program FLIR Tools.
2. Włącz kamerę.
3. Podłącz kamerę do komputera za pomocą kabla USB.
4. Oprogramowanie FLIR Tools wyświetla ekran powitalny po identyfikacji kamery. Na ekranie powitalnym kliknij opcję *Sprawdź aktualizacje*.

Możesz także kliknąć opcję *Sprawdź aktualizacje* w menu *Pomoc* oprogramowania FLIR Tools.

5. Stosuj się do instrukcji wyświetlanych na ekranie.

Spis treści

8.1	Kalkulator pola widzenia online.....	25
8.2	Informacja o danych technicznych	25
8.3	Informacja o obowiązujących wersjach	25
8.4	FLIR C2	26
8.5	FLIR C2 Educational Kit.....	29
8.6	FLIR C3 (incl. Wi-Fi)	32
8.7	FLIR C3 (incl. Wi-Fi) Educational Kit.....	36

8.1 Kalkulator pola widzenia online

Odwiedź stronę <http://support.flir.com> i kliknij zdjęcie serii kamer, aby wyświetlić tabele pola widzenia dla wszystkich kombinacji obiektów-kamera.

8.2 Informacja o danych technicznych

FLIR Systems zastrzega sobie prawo do zmiany danych technicznych w dowolnym momencie bez uprzedniego informowania o tym fakcie. Najnowsze zmiany są dostępne pod adresem <http://support.flir.com>.

8.3 Informacja o obowiązujących wersjach

Obowiązująca wersja tej publikacji została sporządzona w języku angielskim. W przypadku rozbieżności na skutek błędów w tłumaczeniu priorytet zachowuje wersja angielska.

Wszelkie najnowsze zmiany są najpierw publikowane w języku angielskim.

8.4 FLIR C2

P/N: 72001-0101

Rev.: 41167

Dane obrazowania i optyki	
NETD	100 mK
Pole widzenia	41° × 31°
Minimalna odległość z zachowaniem ostrości	- Termiczna: 0,15 m (0,49 stopy) - MSX: 1,0 m (3,3 stopy)
Ogniskowa	1,54 mm (0,061 cala)
Rozdzielczość przestrzenna (IFOV)	11 mrad
Wartość F	1,1
Częstotliwość obrazu	9 Hz
Ostrość	Bez nastawy ostrości
Dane czujnika	
Matryca detektorowa płaszczyzny ogniskowej	Niechłodzony mikrobolometr
Zakres spektralny	7,5-14 μm
Długość detektora	17 μm
Rozmiary czujnika IR	80 × 60
Prezentacja obrazu	
Wyświetlacz (kolorowy)	3,0 cale 320 × 240 pikseli
Wyświetlacz, współczynnik kształtu	4:3
Automatyczna orientacja	Tak
Ekran dotykowy	Tak, pojemnościowy
Regulacja obrazu (kalibracja wyrównania)	Tak
Tryby prezentacji obrazu	
Obraz w podczerwieni	Tak
Obraz wizualny	Tak
MSX	Tak
Galeria	Tak
Pomiar	
Zakres temperatur obiektów	Od -10°C do +150°C (od 14°F do 302°F)
Dokładność	±2°C (±3,6°F) lub 2%, w zależności która wartość jest większa, nominalnie przy 25°C (77°F).
Analiza pomiaru	
Pomiar w punkcie	Wł./wył.
Korekcja emisyjności	Tak; mat/półmat/półpołysk + wartość niestandardowa
Korekty pomiarów	- Emisyjność - Odbita temperatura pozorna

Konfiguracja	
Palety kolorów	• Żelazo • Tęcza • Tęcza HC • Szary
Polecenia konfiguracji	Lokalna adaptacja jednostek, języka, formatów daty i godziny
Języki	Arabski, czeski, duński, holenderski, angielski, fiński, francuski, niemiecki, grecki, węgierski, włoski, japoński, koreański, norweski, polski, portugalski, rosyjski, uproszczony chiński, hiszpański, szwedzki, tradycyjny chiński, turecki.
Lampa	
Moc wyjściowa	0,85 W
Pole widzenia	60°
Funkcje serwisowe	
Aktualizacja oprogramowania kamery	Korzystanie z FLIR Tools
Przechowywanie obrazów	
Nośnik do przechowywania	Pamięć wewnętrzna dla przynajmniej 500 zestawów obrazów
Format plików obrazu	• Standardowy JPEG • 14-bitowe dane pomiaru
Streaming wideo	
Nieradiometryczne streaming wideo w IR	Tak
Wizualny streaming wideo	Tak
Kamera cyfrowa	
Kamera cyfrowa	640 × 480 pikseli
Kamera cyfrowa, ostrość	Stała ostrość
Interfejsy przesyłania danych	
USB, typ złącza	USB Micro-B: transfer danych do i z komputera
USB, standard	USB 2.0
Układ zasilania	
Typ akumulatora	Polimerowy akumulator litowo-jonowy
Napięcie akumulatora	3,7 V
Czas pracy akumulatora	2 godz.
Układ ładowania	Ładowanie wewnątrz kamery
Czas ładowania	1,5 godz.
Zewnętrzne zasilanie	• Zasilacz AC, wejście 90–260 V AC • 5 V wyjściowy do kamery
Zarządzanie energią	Automatyczne wyłączenie
Dane na temat środowiska	
Zakres temperatur pracy	Od -10°C do +50°C (od 14°F do 122°F)
Zakres temperatur przechowywania	Od -40°C do +70°C (od -40°F do 158°F)
Wilgotność (robocza i przechowywania)	IEC 60068-2-30/24 godz. 95% wilgotności względnej od +25°C do +40°C (od +77°F do +104°F) / 2 cykle

Dane na temat środowiska	
Wilgotność względna	95% wilgotności względnej od +25°C do +40°C (od +77°F do +104°F) bez kondensacji
EMC	• WEEE 2012/19/WE • WEEE 2011/65/WE • C-Tick • EN 61000-6-3 • EN 61000-6-2 • FCC 47 CFR część 15 klasa B
Pola magnetyczne	EN 61000-4-8
Przepisy dotyczące akumulatora	UL 1642
Zamknięcie w obudowie	Obudowa kamery i obiektyw: IP 40 (IEC 60529)
Wstrząsy	25 g (IEC 60068-2-27)
Wibracje	2 g (IEC 60068-2-6)

Dane fizyczne	
Waga (z akumulatorem)	0,13 kg (0,29 funta)
Wymiary (dł. × szer. × wys.)	125 × 80 × 24 mm (4,9 × 3,1 × 0,94 cala)
Montaż na statywie	Nie
Materiał obudowy	• PC i ABS, częściowo pokryte TPE • Aluminium
Kolor	Czarno-szara

Informacje o wysyłce	
Typ opakowania	Pudełko kartonowe
Lista zawartości	• Kamera na podczerwień • Pasek • Zasilacz/ladowarka z wtyczkami dla Unii Europejskiej, Wielkiej Brytanii, USA, Kanady i Australii • Dokumentacja drukowana • Kabel USB
Waga opakowania	0,53 kg (1,17 funta)
Wielkość opakowania	175 × 115 × 75 mm (6,9 × 4,5 × 3,0 cala)
EAN-13	4743254001961
UPC-12	845188010614
Kraj pochodzenia	Estonia

Materiały eksploatacyjne i akcesoria:

- T198532; Car charger
- T198534; Power supply USB-micro
- T198533; USB cable Std A <-> Micro B
- T199564; Tripod adapter
- T198584; FLIR Tools
- T198583; FLIR Tools+ (download card incl. license key)
- T199233; FLIR Atlas SDK for .NET
- T199234; FLIR Atlas SDK for MATLAB

8.5 FLIR C2 Educational Kit

P/N: 72002-0202

Rev.: 41167

 UWAGA	
Ten produkt mogą kupić tylko placówki edukacyjne.	
Dane obrazowania i optyki	
NETD	100 mK
Pole widzenia	41° × 31°
Minimalna odległość z zachowaniem ostrości	- Termiczna: 0,15 m (0,49 stopy) - MSX: 1,0 m (3,3 stopy)
Ogniskowa	1,54 mm (0,061 cala)
Rozdzielczość przestrzenna (IFOV)	11 mrad
Wartość F	1,1
Częstotliwość obrazu	9 Hz
Ostrość	Bez nastawy ostrości
Dane czujnika	
Matryca detektorowa płaszczyzny ogniskowej	Niechłodzony mikrobolometr
Zakres spektralny	7,5-14 µm
Długość detektora	17 µm
Rozmiary czujnika IR	80 × 60
Prezentacja obrazu	
Wyświetlacz (kolorowy)	3,0 cala 320 × 240 pikseli
Wyświetlacz, współczynnik kształtu	4:3
Automatyczna orientacja	Tak
Ekran dotykowy	Tak, pojemnościowy
Regulacja obrazu (kalibracja wyrównania)	Tak
Tryby prezentacji obrazu	
Obraz w podczerwieni	Tak
Obraz wizualny	Tak
MSX	Tak
Galeria	Tak
Pomiar	
Zakres temperatur obiektów	Od -10°C do +150°C (od 14°F do 302°F)
Dokładność	±2°C (±3,6°F) lub 2%, w zależności która wartość jest większa, nominalnie przy 25°C (77°F).
Analiza pomiaru	
Pomiar w punkcie	Wł./wył.
Korekcja emisyjności	Tak; mat/półmat/półpołysk + wartość niestandardowa
Korekty pomiarów	- Emisyjność - Odbita temperatura pozorna

Konfiguracja	
Palety kolorów	• Żelazo • Tęcza • Tęcza HC • Szary
Polecenia konfiguracji	Lokalna adaptacja jednostek, języka, formatów daty i godziny
Języki	Arabski, czeski, duński, holenderski, angielski, fiński, francuski, niemiecki, grecki, węgierski, włoski, japoński, koreański, norweski, polski, portugalski, rosyjski, uproszczony chiński, hiszpański, szwedzki, tradycyjny chiński, turecki.
Lampa	
Moc wyjściowa	0,85 W
Pole widzenia	60°
Funkcje serwisowe	
Aktualizacja oprogramowania kamery	Korzystanie z FLIR Tools
Przechowywanie obrazów	
Nośnik do przechowywania	Pamięć wewnętrzna dla przynajmniej 500 zestawów obrazów
Format plików obrazu	• Standardowy JPEG • 14-bitowe dane pomiaru
Streaming wideo	
Nieradiometryczne streaming wideo w IR	Tak
Wizualny streaming wideo	Tak
Kamera cyfrowa	
Kamera cyfrowa	640 × 480 pikseli
Kamera cyfrowa, ostrość	Stała ostrość
Interfejsy przesyłania danych	
USB, typ złącza	USB Micro-B: transfer danych do i z komputera
USB, standard	USB 2.0
Układ zasilania	
Typ akumulatora	Polimerowy akumulator litowo-jonowy
Napięcie akumulatora	3,7 V
Czas pracy akumulatora	2 godz.
Układ ładowania	Ładowanie wewnątrz kamery
Czas ładowania	1,5 godz.
Zewnętrzne zasilanie	• Zasilacz AC, wejście 90–260 V AC • 5 V wyjściowy do kamery
Zarządzanie energią	Automatyczne wyłączenie
Dane na temat środowiska	
Zakres temperatur pracy	Od -10°C do +50°C (od 14°F do 122°F)
Zakres temperatur przechowywania	Od -40°C do +70°C (od -40°F do 158°F)
Wilgotność (robocza i przechowywania)	IEC 60068-2-30/24 godz. 95% wilgotności względnej od +25°C do +40°C (od +77°F do +104°F) / 2 cykle

Dane na temat środowiska	
Wilgotność względna	95% wilgotności względnej od +25°C do +40°C (od +77°F do +104°F) bez kondensacji
EMC	• WEEE 2012/19/WE • WEEE 2011/65/WE • C-Tick • EN 61000-6-3 • EN 61000-6-2 • FCC 47 CFR część 15 klasa B
Pola magnetyczne	EN 61000-4-8
Przepisy dotyczące akumulatora	UL 1642
Zamknięcie w obudowie	Obudowa kamery i obiektyw: IP 40 (IEC 60529)
Wstrząsy	25 g (IEC 60068-2-27)
Wibracje	2 g (IEC 60068-2-6)

Dane fizyczne	
Waga (z akumulatorem)	0,13 kg (0,29 funta)
Wymiary (dł. × szer. × wys.)	125 × 80 × 24 mm (4,9 × 3,1 × 0,94 cala)
Montaż na statywie	Tak
Materiał obudowy	• PC i ABS, częściowo pokryte TPE • Aluminium
Kolor	Czarno-szara

Informacje o wysyłce	
Typ opakowania	Pudełko kartonowe
Lista zawartości	• Kamera na podczerwień • Pasek • Zasilacz/ladowarka z wtyczkami dla Unii Europejskiej, Wielkiej Brytanii, USA, Kanady i Australii • Dokumentacja drukowana • Punkt mocowania statywu • Karta zestawu edukacyjnego FLIR C2 z łączami do pobrania aplikacji FLIR Tools+ i FLIR ResearchIR Standard (z wydrukowanym kluczem licencyjnym) oraz materiałów edukacyjnych. • Kabel USB
Waga opakowania	0,53 kg (1,17 funta)
Wielkość opakowania	175 × 115 × 75 mm (6,9 × 4,5 × 3,0 cala)
EAN-13	4743254002067
UPC-12	845188011376
Kraj pochodzenia	Estonia

Materiały eksploatacyjne i akcesoria:

- T198532; Car charger
- T198534; Power supply USB-micro
- T198533; USB cable Std A <-> Micro B
- T199564; Tripod adapter
- T198584; FLIR Tools
- T198583; FLIR Tools+ (download card incl. license key)
- T199012; FLIR ResearchIR Standard 4 (printed license key)
- T199233; FLIR Atlas SDK for .NET
- T199234; FLIR Atlas SDK for MATLAB

8.6 FLIR C3 (incl. Wi-Fi)

P/N: 72003-0303

Rev.: 41167

Dane obrazowania i optyki	
NETD	100 mK
Pole widzenia	41° × 31°
Minimalna odległość z zachowaniem ostrości	- Termiczna: 0,15 m (0,49 stopy) - MSX: 1,0 m (3,3 stopy)
Ogniskowa	1,54 mm (0,061 cala)
Rozdzielczość przestrzenna (IFOV)	11 mrad
Wartość F	1,1
Częstotliwość obrazu	9 Hz
Ostrość	Bez nastawy ostrości
Dane czujnika	
Matryca detektorowa płaszczyzny ogniskowej	Niechłodzony mikrobolometr
Zakres spektralny	7,5-14 μm
Długość detektora	17 μm
Rozmiary czujnika IR	80 × 60
Prezentacja obrazu	
Wyświetlacz (kolorowy)	3,0 cale 320 × 240 pikseli
Wyświetlacz, współczynnik kształtu	4:3
Automatyczna orientacja	Tak
Ekran dotykowy	Tak, pojemnościowy
Regulacja obrazu (kalibracja wyrównania)	Tak
Tryby prezentacji obrazu	
Obraz w podczerwieni	Tak
Obraz wizualny	Tak
MSX	Tak
Galeria	Tak
Obraz w obrazie	Obszar IR na obrazie wizualnym
Pomiar	
Zakres temperatur obiektów	Od -10°C do +150°C (od 14°F do 302°F)
Dokładność	±2°C (±3,6°F) lub 2%, w zależności która wartość jest większa, nominalnie przy 25°C (77°F).
Analiza pomiaru	
Pomiar w punkcie	Wł./wył.
Obszar	Prostokątny z maks./min.
Korekcja emisyjności	Tak; mat/półmat/półpołysk + wartość niestandardowa
Korekty pomiarów	- Emisyjność - Odbita temperatura pozorna

Konfiguracja	
Palety kolorów	• Żelazo • Tęcza • Tęcza HC • Szary
Polecenia konfiguracji	Lokalna adaptacja jednostek, języka, formatów daty i godziny
Języki	Arabski, czeski, duński, holenderski, angielski, fiński, francuski, niemiecki, grecki, węgierski, włoski, japoński, koreański, norweski, polski, portugalski, rosyjski, uproszczony chiński, hiszpański, szwedzki, tradycyjny chiński, turecki.
Lampa	
Moc wyjściowa	0,85 W
Pole widzenia	60°
Funkcje serwisowe	
Aktualizacja oprogramowania kamery	Korzystanie z FLIR Tools
Przechowywanie obrazów	
Nośnik do przechowywania	Pamięć wewnętrzna dla przynajmniej 500 zestawów obrazów
Format plików obrazu	• Standardowy JPEG • 14-bitowe dane pomiaru
Streaming wideo	
Nieradiometryczne streaming wideo w IR	Tak
Wizualny streaming wideo	Tak
Kamera cyfrowa	
Kamera cyfrowa	640 × 480 pikseli
Kamera cyfrowa, ostrość	Stała ostrość
Interfejsy przesyłania danych	
Wi-Fi	Peer-to-peer (ad hoc) lub infrastruktura (sieć)
USB, typ złącza	USB Micro-B: transfer danych do i z komputera
USB, standard	USB 2.0
Radio	
Wi-Fi	• Standard: 802.11 b/g • Zakres częstotliwości: ◦ 2400–2480 MHz ◦ 5150–5260 MHz • Maks. moc wyjściowa: 15 dBm
Układ zasilania	
Typ akumulatora	Polimerowy akumulator litowo-jonowy
Napięcie akumulatora	3,7 V
Czas pracy akumulatora	2 godz.
Układ ładowania	Ładowanie wewnątrz kamery
Czas ładowania	1,5 godz.

Układ zasilania	
Zewnętrzne zasilanie	- Zasilacz AC, wejście 90–260 V AC 5 V wyjściowy do kamery
Zarządzanie energią	Automatyczne wyłączanie
Dane na temat środowiska	
Zakres temperatur pracy	Od -10°C do +50°C (od 14°F do 122°F)
Zakres temperatur przechowywania	Od -40°C do +70°C (od -40°F do 158°F)
Wilgotność (robocza i przechowywania)	IEC 60068-2-30/24 godz. 95% wilgotności względnej od +25°C do +40°C (od +77°F do +104°F) / 2 cykle
Wilgotność względna	95% wilgotności względnej od +25°C do +40°C (od +77°F do +104°F) bez kondensacji
EMC	- WEEE 2012/19/WE - WEEE 2011/65/WE - C-Tick - EN 61000-6-3 - EN 61000-6-2 - FCC 47 CFR część 15 klasa B
Spektrum radiowe	- ETSI EN 300 328 - FCC 47 CSR część 15 - RSS-247, wydanie 1
Pola magnetyczne	EN 61000-4-8
Przepisy dotyczące akumulatora	UL 1642
Zamknięcie w obudowie	Obudowa kamery i obiektyw: IP 40 (IEC 60529)
Wstrząsy	25 g (IEC 60068-2-27)
Wibracje	2 g (IEC 60068-2-6)
Upadek	2 m (6,6 stopy)
Dane fizyczne	
Waga (z akumulatorem)	0,13 kg (0,29 funta)
Wymiary (dł. × szer. × wys.)	125 × 80 × 24 mm (4,9 × 3,1 × 0,94 cala)
Montaż na statywie	Nie
Materiał obudowy	- PC i ABS, częściowo pokryte TPE - Aluminium
Kolor	Czarno-szara
Informacje o wysyłce	
Typ opakowania	Pudełko kartonowe
Lista zawartości	- Dokumentacja drukowana - Kabel USB - Kamera na podczerwień - Pasek - Punkt mocowania statywu - Torba - Zasilacz/ladowarka z wtyczkami dla Unii Europejskiej, Wielkiej Brytanii, USA, Kanady i Australii
Waga opakowania	TBD
Wielkość opakowania	175 × 110 × 105 mm (6,9 × 4,3 × 4,1 cala)
EAN-13	4743254002845
UPC-12	845188014094
Kraj pochodzenia	Estonia

Materiały eksploatacyjne i akcesoria:

- T198532; Car charger
- T198534; Power supply USB-micro
- T198533; USB cable Std A <-> Micro B
- T199564; Tripod adapter
- T198584; FLIR Tools
- T198583; FLIR Tools+ (download card incl. license key)
- T199233; FLIR Atlas SDK for .NET
- T199234; FLIR Atlas SDK for MATLAB

8.7 FLIR C3 (incl. Wi-Fi) Educational Kit

P/N: 72003-0404

Rev.: 41167

 UWAGA	
Ten produkt mogą kupić tylko placówki edukacyjne.	
Dane obrazowania i optyki	
NETD	100 mK
Pole widzenia	41° × 31°
Minimalna odległość z zachowaniem ostrości	- Termiczna: 0,15 m (0,49 stopy) - MSX: 1,0 m (3,3 stopy)
Ogniskowa	1,54 mm (0,061 cala)
Rozdzielczość przestrzenna (IFOV)	11 mrad
Wartość F	1,1
Częstotliwość obrazu	9 Hz
Ostrość	Bez nastawy ostrości
Dane czujnika	
Matryca detektorowa płaszczyzny ogniskowej	Niechłodzony mikrobolometr
Zakres spektralny	7,5-14 μm
Długość detektora	17 μm
Rozmiary czujnika IR	80 × 60
Prezentacja obrazu	
Wyświetlacz (kolorowy)	3,0 cale 320 × 240 pikseli
Wyświetlacz, współczynnik kształtu	4:3
Automatyczna orientacja	Tak
Ekran dotykowy	Tak, pojemnościowy
Regulacja obrazu (kalibracja wyrównania)	Tak
Tryby prezentacji obrazu	
Obraz w podczerwieni	Tak
Obraz wizualny	Tak
MSX	Tak
Galeria	Tak
Obraz w obrazie	Obszar IR na obrazie wizualnym
Pomiar	
Zakres temperatur obiektów	Od -10°C do +150°C (od 14°F do 302°F)
Dokładność	±2°C (±3,6°F) lub 2%, w zależności która wartość jest większa, nominalnie przy 25°C (77°F).
Analiza pomiaru	
Pomiar w punkcie	Wł./wył.
Obszar	Prostokątny z maks./min.

Analiza pomiaru	
Korekcja emisyjności	Tak; mat/półmat/półpołysk + wartość niestandardowa
Korekty pomiarów	• Emisyjność • Odbita temperatura pozorna
Konfiguracja	
Palety kolorów	• Żelazo • Tęcza • Tęcza HC • Szary
Polecenia konfiguracji	Lokalna adaptacja jednostek, języka, formatów daty i godziny
Języki	Arabski, czeski, duński, holenderski, angielski, fiński, francuski, niemiecki, grecki, węgierski, włoski, japoński, koreański, norweski, polski, portugalski, rosyjski, uproszczony chiński, hiszpański, szwedzki, tradycyjny chiński, turecki.
Lampa	
Moc wyjściowa	0,85 W
Pole widzenia	60°
Funkcje serwisowe	
Aktualizacja oprogramowania kamery	Korzystanie z FLIR Tools
Przechowywanie obrazów	
Nośnik do przechowywania	Pamięć wewnętrzna dla przynajmniej 500 zestawów obrazów
Format plików obrazu	• Standardowy JPEG • 14-bitowe dane pomiaru
Streaming wideo	
Nieradiometryczne streaming wideo w IR	Tak
Wizualny streaming wideo	Tak
Kamera cyfrowa	
Kamera cyfrowa	640 × 480 pikseli
Kamera cyfrowa, ostrość	Stała ostrość
Interfejsy przesyłania danych	
Wi-Fi	Peer-to-peer (ad hoc) lub infrastruktura (sieć)
USB, typ złącza	USB Micro-B: transfer danych do i z komputera
USB, standard	USB 2.0
Radio	
Wi-Fi	• Standard: 802.11 b/g • Zakres częstotliwości: ◦ 2400–2480 MHz ◦ 5150–5260 MHz • Maks. moc wyjściowa: 15 dBm
Układ zasilania	
Typ akumulatora	Polimerowy akumulator litowo-jonowy
Napięcie akumulatora	3,7 V

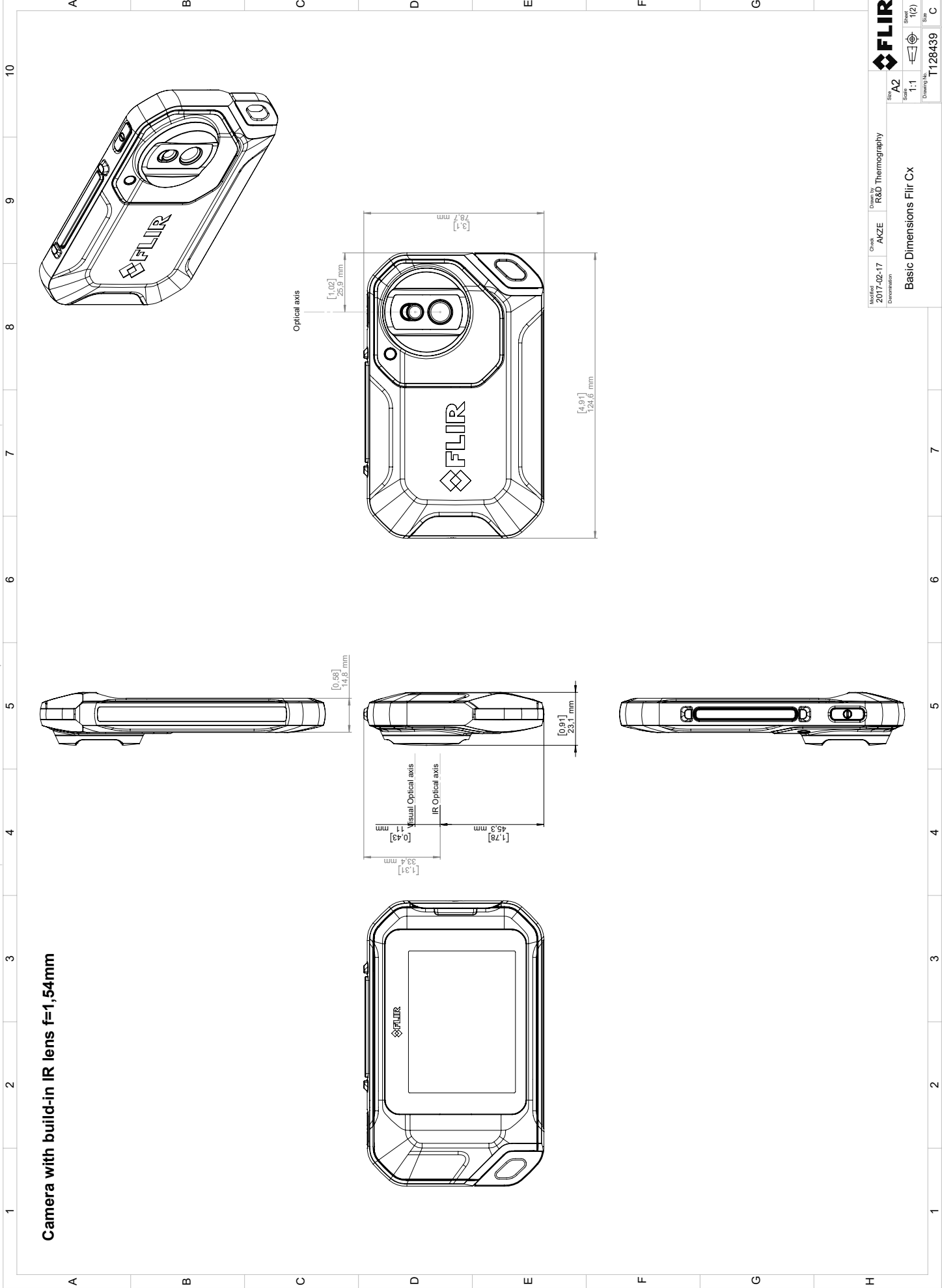
Układ zasilania	
Czas pracy akumulatora	2 godz.
Układ ładowania	Ładowanie wewnątrz kamery
Czas ładowania	1,5 godz.
Zewnętrzne zasilanie	- Zasilacz AC, wejście 90–260 V AC 5 V wyjściowy do kamery
Zarządzanie energią	Automatyczne wyłączenie
Dane na temat środowiska	
Zakres temperatur pracy	Od -10°C do +50°C (od 14°F do 122°F)
Zakres temperatur przechowywania	Od -40°C do +70°C (od -40°F do 158°F)
Wilgotność (robocza i przechowywania)	IEC 60068-2-30/24 godz. 95% wilgotności względnej od +25°C do +40°C (od +77°F do +104°F) / 2 cykle
Wilgotność względna	95% wilgotności względnej od +25°C do +40°C (od +77°F do +104°F) bez kondensacji
EMC	- WEEE 2012/19/WE - WEEE 2011/65/WE - C-Tick - EN 61000-6-3 - EN 61000-6-2 - FCC 47 CFR część 15 klasa B
Spektrum radiowe	- ETSI EN 300 328 - FCC 47 CSR część 15 - RSS-247, wydanie 1
Pola magnetyczne	EN 61000-4-8
Przepisy dotyczące akumulatora	UL 1642
Zamknięcie w obudowie	Obudowa kamery i obiektyw: IP 40 (IEC 60529)
Wstrząsy	25 g (IEC 60068-2-27)
Wibracje	2 g (IEC 60068-2-6)
Upadek	2 m (6,6 stopy)
Dane fizyczne	
Waga (z akumulatorem)	0,13 kg (0,29 funta)
Wymiary (dł. × szer. × wys.)	125 × 80 × 24 mm (4,9 × 3,1 × 0,94 cala)
Montaż na statywie	Nie
Materiał obudowy	- PC i ABS, częściowo pokryte TPE - Aluminium
Kolor	Czarno-szara

Informacje o wysyłce	
Typ opakowania	Pudełko kartonowe
Lista zawartości	• Dokumentacja drukowana • Kabel USB • Kamera na podczerwień • Karta zestawu edukacyjnego FLIR C3 z łączami do pobrania aplikacji FLIR Tools+ i FLIR ResearchIR Standard (z wydrukowanym kluczem licencyjnym) oraz materiałów edukacyjnych. • Pasek • Punkt mocowania statywu • Torba • Zasilacz/ladowarka z wtyczkami dla Unii Europejskiej, Wielkiej Brytanii, USA, Kanady i Australii
Waga opakowania	TBD
Wielkość opakowania	175 × 110 × 105 mm (6,9 × 4,3 × 4,1 cala)
EAN-13	4743254002852
UPC-12	845188014100
Kraj pochodzenia	Estonia

Materiały eksploatacyjne i akcesoria:

- T198532; Car charger
- T198534; Power supply USB-micro
- T198533; USB cable Std A <-> Micro B
- T199564; Tripod adapter
- T198584; FLIR Tools
- T198583; FLIR Tools+ (download card incl. license key)
- T199233; FLIR Atlas SDK for .NET
- T199234; FLIR Atlas SDK for MATLAB

[Patrz następna strona]



Modified
2017-02-17
Discontinuation

Created by
AKZE

Drawn by
R&D Thermography

Size
A2

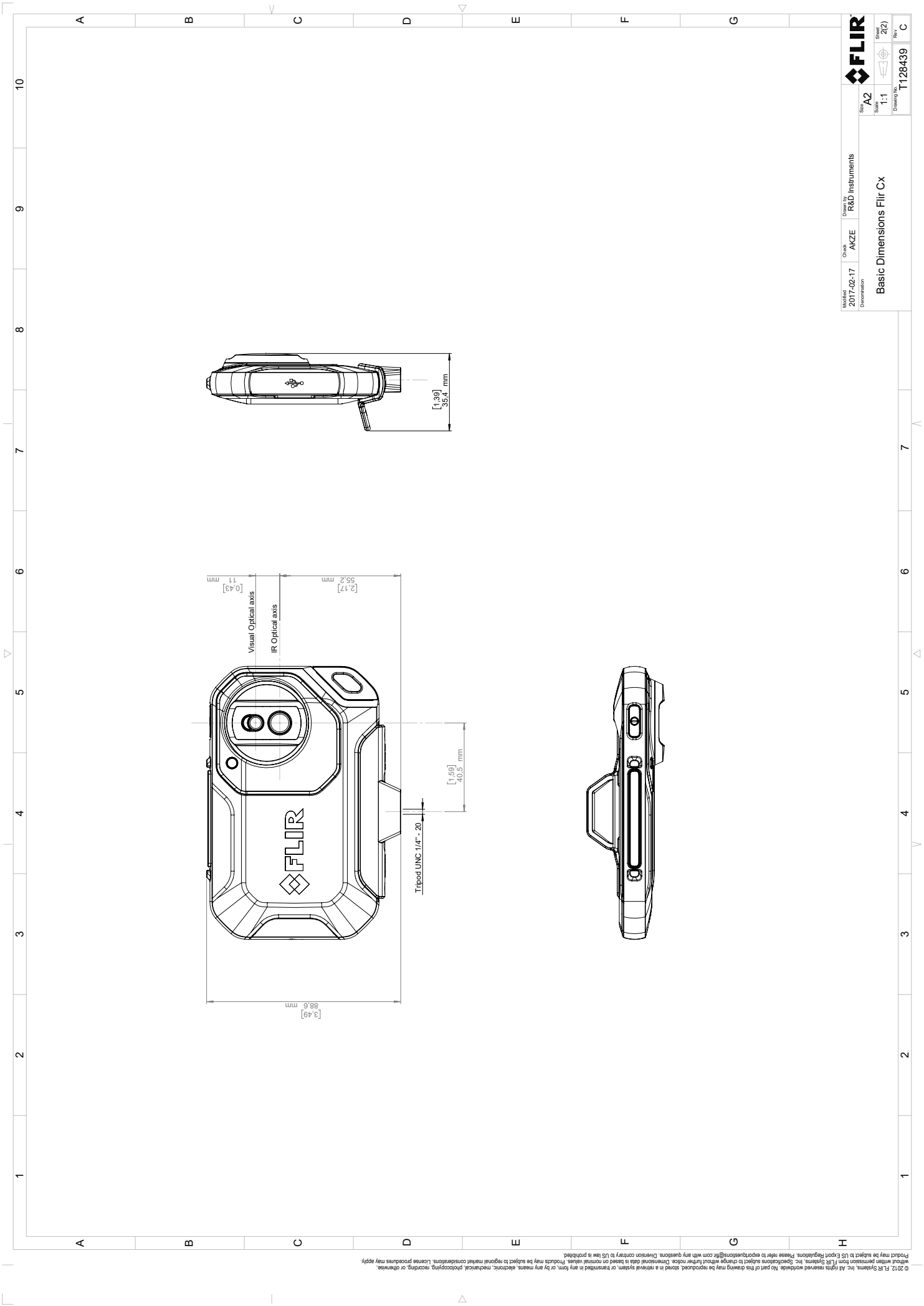
Scale
1:1

Sheet
1(2)

Drawing No.
T128439

C

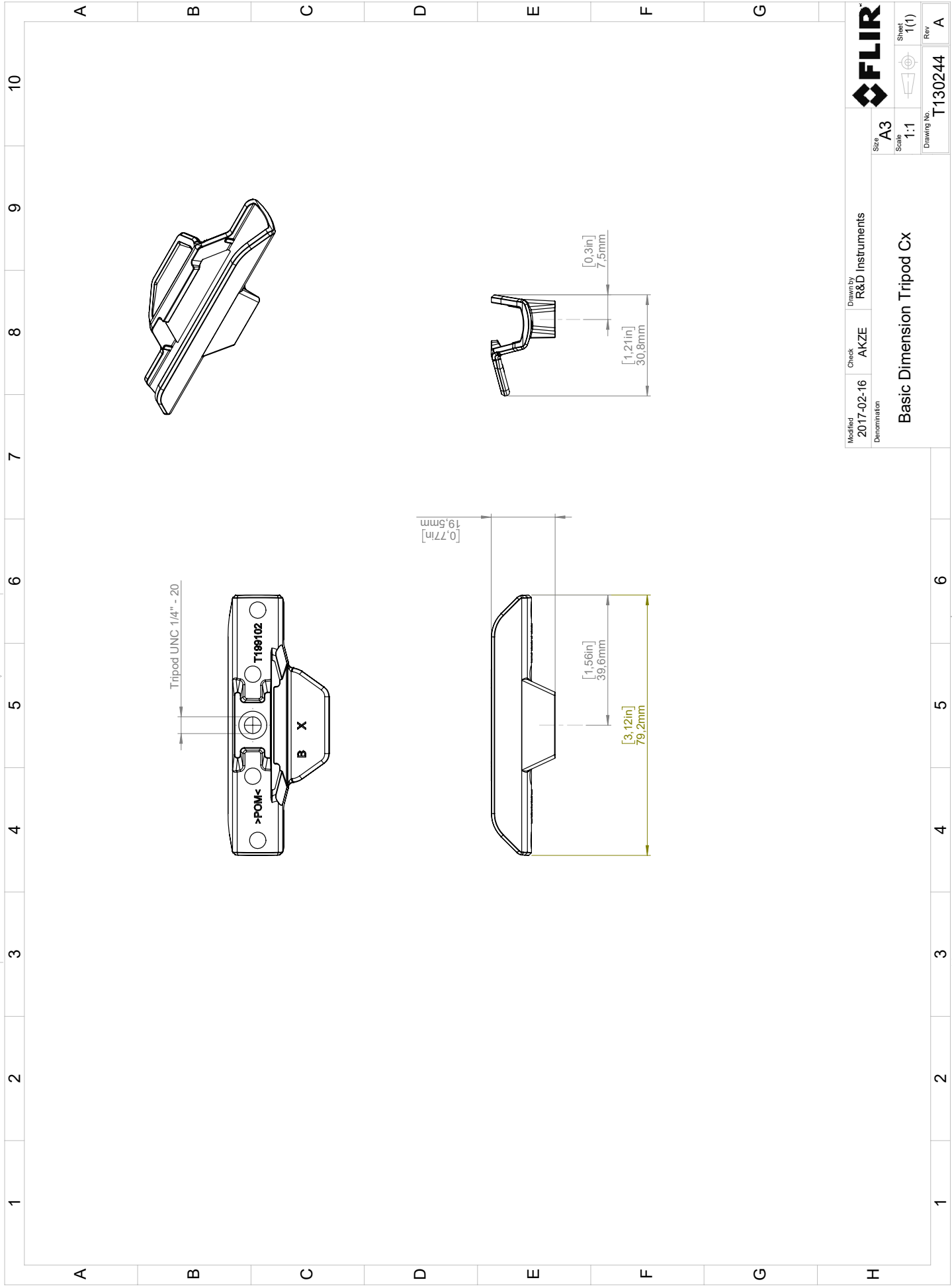
Basic Dimensions Flir Cx



© 2012 FLIR Systems, Inc. All rights reserved worldwide. No part of this drawing may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form, or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without written permission from FLIR Systems, Inc. Specifications subject to change without further notice. Dimensional data is based on nominal values. Products may be subject to regional market considerations. License procedures may apply. Product may be subject to US Export Regulations. Please refer to exportquestion@flir.com with any questions. Dimension contrary to US law is prohibited.

Modified 2017-02-17 Dissemination	Checked AKZE	Drawn by R&D Instruments	FLIR
Size A2	Scale 1:1	Sheet 2(2)	Rev C
Drawing No. T128439			
Basic Dimensions Flir Cx			

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



Modified 2017-02-16	Check AKZE	Drawn by R&D Instruments	Size A3	Sheet 1(1)	Rev A
Denomination					
Basic Dimension Tripod Cx					
Drawing No. T130244					



[Patrz następna strona]



The World's Sixth Sense™

March 03, 2017 Täby, Sweden

AQ320226

CE Declaration of Conformity – EU Declaration of Conformity

Product: FLIR CX -series

Name and address of the manufacturer:

FLIR Systems AB

PO Box 7376

SE-187 15 Täby, Sweden

This declaration of conformity is issued under the sole responsibility of the manufacturer.

The object of the declaration: FLIR CX -series.

The object of the declaration described above is in conformity with the relevant Union harmonisation legislation:

Directives:

Directive	2014/30/EU	Electromagnetic Compatibility
Directive	2012/19/EU	Waste electrical and electric equipment
Directive:	2011/65/EU	RoHS
Directive	1999/5/EC	Radio and Telecommunications Terminal Equipment

Standards:

Emission:	EN 61000-6-3:2007	Electromagnetic compatibility Emission
	EN 55022:2010/AC:2011	Information Tech Equipment Radio disturbance characteristics
Immunity:	EN 61000-6-2	Electromagnetic compatibility Immunity
	EN 55024:2010	Information Tech Equipment Immunity characteristics
Restricted substances (RoHS):	EN 50581:2012	Technical documentation
Radio:	ETSI EN 300 328	Harmonized EN covering essential requirements of the R&TTE Directive
	ETSI EN 301 893	

FLIR Systems AB

Quality Assurance

Lea Dabiri

Quality Manager

11.1 Obudowa, przewody i inne elementy kamery

11.1.1 Płyny

Należy używać jednego z następujących płynów:

- Ciepła woda
- Roztwór łagodnego detergentu

11.1.2 Przybory

Miękka ściereczka

11.1.3 Procedura

Wykonaj następujące czynności:

1. Zamocz ściereczkę w płynie.
2. Wykręć ściereczkę w celu usunięcia nadmiaru płynu.
3. Przetrzyj dany element ściereczką.



OSTROŻNIE

Do czyszczenia kamery, kabli i innych elementów nie należy używać rozpuszczalników ani podobnych środków, gdyż mogłoby to spowodować ich uszkodzenie.

11.2 Obiektyw na podczerwień

11.2.1 Płyny

Należy używać jednego z następujących płynów:

- Dostępny w handlu płyn do czyszczenia obiektywów o zawartości ponad 30% alkoholu izopropylowego.
- Alkohol etylowy 96% (C_2H_5OH).

11.2.2 Przybory

Wata



OSTROŻNIE

Jeśli używasz szmatki do czyszczenia obiektywów, musi ona być sucha. Nie wolno stosować szmatki do czyszczenia obiektywów nasączonej płynami wymienionymi w powyższej sekcji 11.2.1. Płyny te mogą spowodować strzępienie się szmatki do czyszczenia obiektywów. Materiał ten może mieć negatywny wpływ na powierzchnię obiektywu.

11.2.3 Procedura

Wykonaj następujące czynności:

1. Zamocz watę w płynie.
2. Wykręć watę w celu usunięcia nadmiaru płynu.
3. Przetrzyj obiektyw jeden raz i wyrzuć watę.



OSTRZEŻENIE

Przed użyciem jakichkolwiek płynów należy dokładnie zapoznać się z odpowiednimi kartami MSDS (charakterystyki substancji niebezpiecznej) oraz ze wszystkimi etykietami ostrzegawczymi na pojemnikach: płyny mogą być substancjami niebezpiecznymi.

**OSTROŻNIE**

- Podczas czyszczenia obiektywu na podczerwień należy zachować ostrożność. Obiektyw posiada cienką powłokę antyodblaskową.
- Nie należy czyścić obiektywu na podczerwień zbyt intensywnie. Mogłoby to spowodować uszkodzenie powłoki antyodblaskowej.

12.1 Szkody spowodowane przez wilgoć i wodę

12.1.1 Ogólne

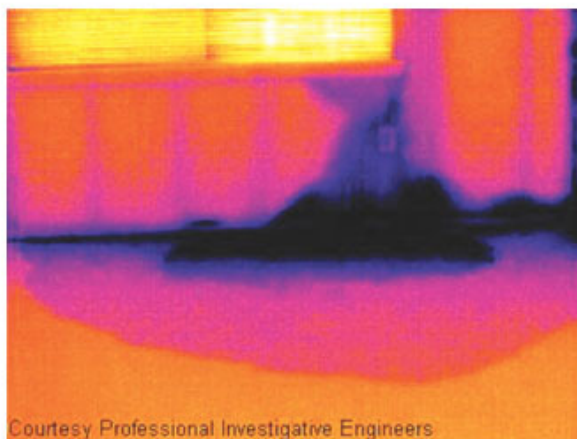
Przy użyciu kamery termowizyjnej można często wykryć w domu szkody spowodowane przez wilgoć i wodę. Wynika to częściowo z tego, że uszkodzony obszar ma inną właściwość przewodnictwa cieplnego, a częściowo z tego, że ma inną pojemność cieplną do magazynowania ciepła niż otaczający go materiał.

Wygląd szkód spowodowanych przez wilgoć i wodę na obrazie termowizyjnym zależy od wielu czynników.

Części te nagrzewają się i stygną z różną szybkością, w zależności od materiału i pory dnia. Z tego powodu istotne jest, aby użyć również innych metod w celu wykrycia szkód spowodowanych przez wilgoć i wodę.

12.1.2 Rysunek

Na poniższym zdjęciu jest przedstawione rozległe uszkodzenie ściany zewnętrznej, gdzie woda przeniknęła przez zewnętrzną okładzinę z powodu nieprawidłowo zainstalowanego występu okna.



12.2 Zepsuty styk w gnieździe

12.2.1 Ogólne

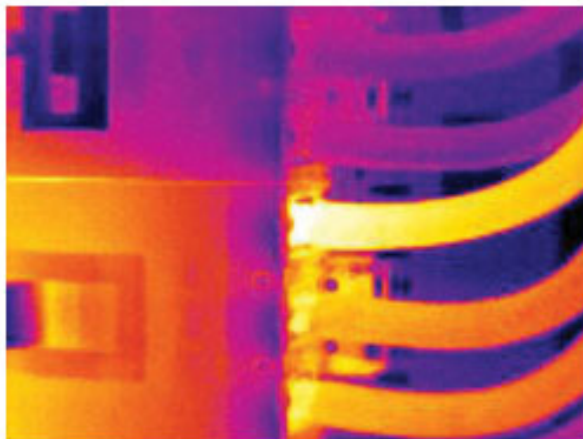
W zależności od typu połączenia, jakie jest w gnieździe, nieprawidłowo podłączony styk może powodować lokalny wzrost temperatury. Przyczyną tego wzrostu temperatury, który grozi wybuchem pożaru, może być ograniczona powierzchnia styku między punktem połączenia przychodzącego przewodu a gniazdem.

Gniazda różnych producentów mogą być zupełnie inaczej zbudowane. Z tego powodu różne usterki gniazda mogą wyglądać podobnie na obrazie termowizyjnym.

Lokalny wzrost temperatury może być również wynikiem nieprawidłowego styku między przewodem a gniazdem lub różnicą obciążenia.

12.2.2 Rysunek

Na poniższym zdjęciu jest przedstawione połączenie kabla z gniazdem, gdzie nieprawidłowy styk w gnieździe powoduje lokalny wzrost temperatury.



12.3 Utlenione gniazdo

12.3.1 Ogólne

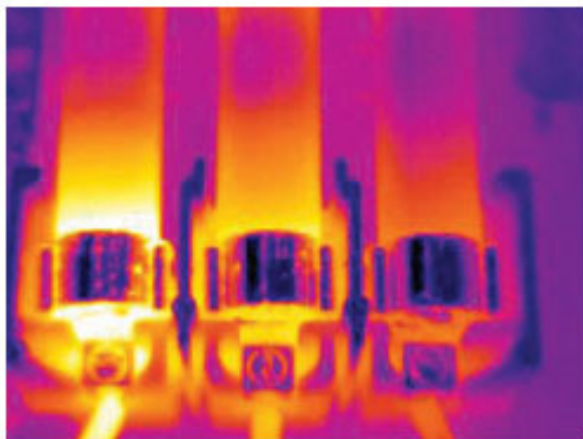
W zależności od typu gniazda i środowiska, w którym jest zainstalowane, powierzchnia jego styków może podlegać utlenianiu. Utlenianie to może prowadzić do lokalnego zwiększenia rezystancji, gdy gniazdo jest obciążone, co na obrazie termowizyjnym jest widoczne jako lokalny wzrost temperatury.

Gniazda różnych producentów mogą być zupełnie inaczej zbudowane. Z tego powodu różne usterki gniazda mogą wyglądać podobnie na obrazie termowizyjnym.

Lokalny wzrost temperatury może być również wynikiem nieprawidłowego styku między przewodem a gniazdem lub różnicą obciążenia.

12.3.2 Rysunek

Na poniższym zdjęciu przedstawiono szereg bezpieczników, gdzie jeden bezpiecznik ma podwyższoną temperaturę na powierzchni styku z uchwytem bezpiecznika. Ponieważ uchwyt bezpiecznika jest z surowego metalu, nie widać na nim wzrostu temperatury, który jest widoczny na materiale ceramicznym bezpiecznika.



12.4 Niedobory izolacji

12.4.1 Ogólne

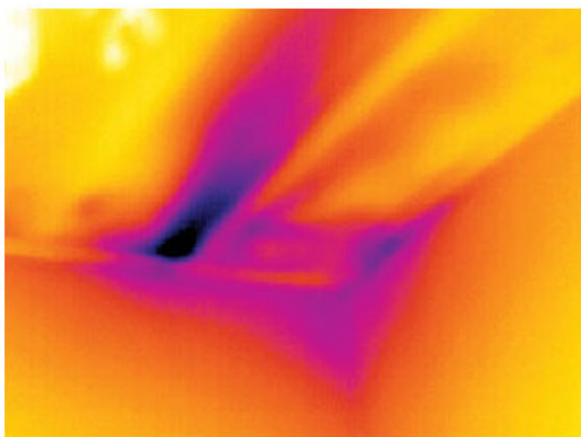
Niedobory izolacji mogą wynikać z jej kurczenia się z biegiem czasu, co powoduje, że przestaje ona całkowicie wypełniać wnękę w ścianie szkieletowej.

Kamera termowizyjna pozwala zobaczyć te niedobory izolacji, ponieważ mają one inną właściwość przewodnictwa ciepłego niż odcinki z poprawnie zainstalowaną izolacją i/lub pokazuje miejsca, gdzie powietrze przenika szkielet budynku.

Podczas badania budynku różnica temperatury wewnątrz i na zewnątrz powinna wynosić przynajmniej 10°C. Słupy, rury wodociągowe, kolumny betonowe i podobne obiekty mogą przypominać niedobory izolacji na obrazie termowizyjnym. Mniejsze różnice mogą również występować w sposób naturalny.

12.4.2 Rysunek

Na poniższym zdjęciu brak jest izolacji w szkielecie dachu. Ze względu na brak izolacji powietrze przedostaje się do struktury dachu, co charakterystycznie wygląda na obrazie termowizyjnym.



12.5 Ciąg

12.5.1 Ogólne

Ciąg może występować pod listwami przypodłgowymi, wokół ościeżnic okiennych i drzwiowych oraz nad opaską sufitową. Ten rodzaj ciągu jest często widoczny na obrazie kamery termowizyjnej, ponieważ strumień zimniejszego powietrza chłodzi otaczającą go powierzchnię.

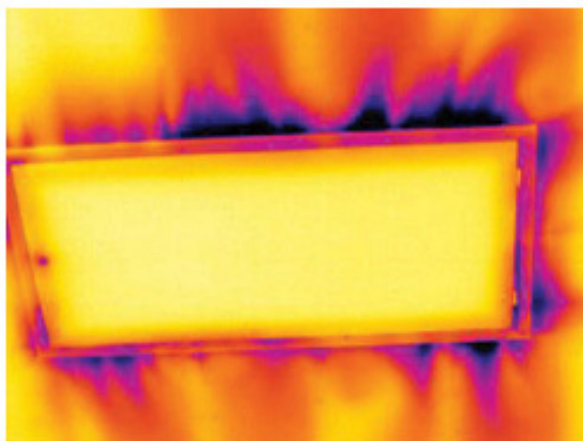
Do badania ciągu w budynku potrzebne jest wytworzenie ciśnienia niższego niż atmosferyczne. W tym celu należy przed zrobieniem obrazów termowizyjnych pozamykać wszystkie drzwi, okna i kanały wentylacyjne i zostawić wentylator kuchenny włączony na pewien czas.

Na obrazie termowizyjnym ciągu widać często typowy obraz strumienia. Taki obraz strumienia jest dobrze widoczny na poniższym zdjęciu.

Należy również pamiętać, że ciągi mogą być ukryte przez ciepło z ogrzewania podłogowego.

12.5.2 Rysunek

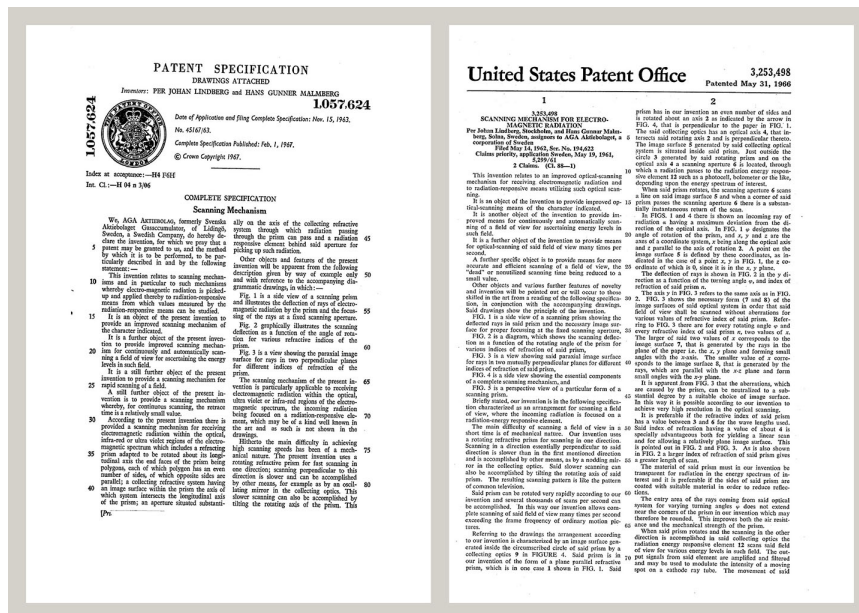
Na poniższym zdjęciu jest przedstawiona kłapa sufitowa, gdzie wadliwa izolacja powoduje silny ciąg.



Powstała w 1978 r. firma FLIR Systems zapisała się w historii jako pionier rozwoju systemów termowizyjnych. Jest światowym liderem w projektowaniu, wytwarzaniu i sprzedaży tych systemów, używanych do różnych celów w sektorze handlowym, przemysłowym i publicznym. Obecnie FLIR Systems łączy dorobek pięciu firm, które od 1958 r. osiągały znaczące sukcesy na rynku technologii termowizyjnych — szwedzkiej AGEMA Infrared Systems (dawniej AGA Infrared Systems), trzech amerykańskich Indigo Systems, FSI i Inframetrics oraz francuskiej Cedip.

Od 2007 r. firma FLIR Systems nabyła kilka spółek o wiodącym na świecie doświadczeniu w zakresie technologii czujników:

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



Rysunek 13.1 Dokumenty patentowe z wczesnych lat 60-tych

FLIR Systems ma trzy zakłady produkcyjne w Stanach Zjednoczonych (Portland, Boston, Santa Barbara) i jeden w Szwecji (Sztokholm), a od 2007 roku także w Tallinie w Estonii. Klienci na całym świecie są obsługiwani przez biura sprzedaży bezpośredniej — w Belgii, Brazylii, Chinach, Francji, Hongkongu, Japonii, Niemczech, Stanach Zjednoczonych, Szwecji, Wielkiej Brytanii i Włoszech — a także rozbudowana sieć agentów i dystrybutorów.

FLIR Systems nadaje kierunek rozwojowi branży kamer termowizyjnych. Przewidujemy zapotrzebowanie rynku, bezustannie udoskonalając nasze dotychczasowe produkty i opracowując nowe. Firma ma na swoim koncie takie kamienie milowe w rozwoju i konstrukcji produktów, jak chociażby wprowadzenie na rynek pierwszych zasilanych z akumulatorów kamer przenośnych do inspekcji instalacji przemysłowych czy pierwszej niechłodzonej kamery termowizyjnej.



Rysunek 13.2 1969 r.: Thermovision Model 661. Kamera ważyła około 25 kg, oscyloskop — 20 kg, a stojak — 15 kg. Ponadto operatorowi potrzebna była do pracy prądnica prądu przemiennego o napięciu 220 V oraz 10-litrowy zbiornik z ciekłym azotem. Na lewo od oscyloskopu widoczny jest moduł zewnętrzny Polaroid (6 kg).



Rysunek 13.3 2015 r.: FLIR One, kamera dla smartfonów iPhone i z systemem Android. Waga: 90 g.

FLIR Systems wytwarza wszystkie istotne podzespoły mechaniczne i elektroniczne poszczególnych układów kamery. Od projektowania i produkcji detektorów, poprzez obiektywy i elektronikę układów, po testowanie końcowe i wzorcowanie — wszystkie etapy produkcji są realizowane i nadzorowane przez naszych inżynierów. Dogłębna wiedza i doświadczenie tych specjalistów gwarantuje precyzję i niezawodność wszystkich istotnych podzespołów, które po zmontowaniu tworzą kamerę termowizyjną.

13.1 Nie tylko kamery termowizyjne

W firmie FLIR Systems zdajemy sobie sprawę, że nasza rola wykracza poza wytwarzanie najlepszych systemów kamer termowizyjnych. Postawiliśmy sobie za cel umożliwienie wszystkim użytkownikom naszych systemów kamer termowizyjnych zwiększenia wydajności pracy poprzez udostępnienie im najlepszego pakietu oprogramowania kamery. Sami opracowujemy oprogramowanie przeznaczone specjalnie na potrzeby takich dziedzin, jak konserwacja profilaktyczna, badania i rozwój oraz monitorowanie procesów. Większa część oprogramowania jest dostępna w wielu językach.

Dla wszystkich naszych kamer termowizyjnych oferujemy bogatą gamę akcesoriów pozwalających przystosować posiadany przez użytkownika sprzęt do najbardziej wymagających zastosowań termograficznych.

13.2 Dzielimy się naszą wiedzą

Chociaż nasze kamery są projektowane w taki sposób, aby były maksymalnie przyjazne dla użytkownika, w termografii nie wystarczy znajomość sposobu obsługi kamery. Dlatego też firma FLIR Systems powołała do życia ośrodek szkoleń w zakresie termografii ITC (Infrared Training Center), będący odrębną jednostką organizacyjną oferującą

certyfikowane kursy szkoleniowe. Uczestnictwo w jednym z kursów ITC pozwala nabyć umiejętności praktyczne.

Personel ITC zapewnia pomoc w praktycznym wykorzystaniu teorii termografii w konkretnych zastosowaniach.

13.3 Obsługa klientów

FLIR Systems posiada ogólnosiatową sieć serwisową kamer. W przypadku jakiegokolwiek problemu z kamerą lokalne centra serwisowe dysponują odpowiednim sprzętem i wiedzą, aby rozwiązać go w jak najkrótszym czasie. Dzięki temu nie trzeba wysyłać kamery na drugi koniec świata ani rozmawiać z kimś, kto mówi w innym języku.

Termin	Definicja
Absorpcja i emisja ²	Zdolność obiektu do absorpcji energii promieniowania padającego jest zawsze taka sama jak zdolność do emisji własnej energii w postaci promieniowania.
Ciepło	Energia cieplna przekazywana między dwoma obiektami (układami) na skutek istniejącej pomiędzy nimi różnicy temperatur.
Diagnostyka	Badanie objawów i syndromów w celu określenia charakteru usterek i awarii. ³
Emisyjność	Stosunek mocy wypromieniowanej przez ciała rzeczywiste do wypromieniowanej mocy ciała czarnego w tej samej temperaturze i dla tej samej długości fali. ⁴
Energia cieplna	Całkowita energia kinetyczna cząsteczek tworzących dany obiekt. ⁵
Gradient cieplny	Stopniowa zmiana temperatury w zależności od odległości. ⁴
Izoterma	Zastępuje niektóre kolory na skali kolorem kontrastowym. Reprezentuje przedział tej samej temperatury pozornej. ⁶
Kierunek wymiany ciepła ⁷	Ciepło przepływa samorzutnie z układu o temperaturze wyższej do układu o temperaturze niższej i w ten sposób energia cieplna przekazywana jest z jednego obszaru w inny. ⁸
Konwekcja	Tryb wymiany ciepła, w którym płyn jest wprawiany w ruch przez grawitację lub inną siłę, wskutek czego dochodzi do wymiany ciepła między danymi obszarami.
Odbita temperatura pozorna	Temperatura pozorna otaczających obiektów, których promieniowanie jest odbijane przez obiekt docelowy do kamery na podczerwień. ⁴
Paleta kolorów	Uporządkowany zestaw kolorów określający konkretne poziomy temperatury pozornej. Palety mogą tworzyć zestawy kolorów o dużym i małym kontraście, w zależności od zastosowanych w nich barw.
Promieniowanie padające	Pochodzące z otoczenia promieniowanie oddziałujące na obiekt.
Promieniowanie wychodzące	Promieniowanie wychodzące z powierzchni obiektu niezależnie od jego pierwotnych źródeł.
Przewodnictwo	Bezpośrednie przekazywanie energii cieplnej między cząsteczkami spowodowane ich zderzeniami.
Regulacja cieplna	Proces nakładania kolorów obrazu na analizowany obiekt w celu zwiększenia kontrastu.
Rozdzielczość przestrzenna	Zdolność kamery na podczerwień do rozróżniania małych obiektów lub szczegółów.
Szybkość wymiany ciepła ⁹	Szybkość wymiany ciepła w warunkach stanu ustalonego jest wprost proporcjonalna do przewodności cieplnej obiektu, powierzchni przekroju obiektu, przez którą przepływa ciepło, oraz różnicy temperatur między dwoma końcami obiektu. Jest natomiast odwrotnie proporcjonalna do długości lub grubości obiektu. ¹⁰

2. Prawo promieniowania cieplnego Kirchhoffa.

3. Na podstawie normy ISO 13372:2004 (ang.).

4. Na podstawie normy ISO 16714-3:2016 (ang.).

5. Energia cieplna stanowi część energii wewnętrznej obiektu.

6. Na podstawie normy ISO 18434-1:2008 (ang.).

7. Druga zasada termodynamiki.

8. Wynika to z drugiej zasady termodynamiki, ale sama zasada jest bardziej złożona.

9. Prawo Fouriera.

10. Jest to prawo Fouriera dotyczące zagadnienia jednowymiarowej wymiany ciepła właściwe dla warunków stanu ustalonego.

Termin	Definicja
Temperatura	Miara średniej energii kinetycznej cząsteczek i atomów tworzących substancję.
Temperatura pozorna	Odczyt temperatury bez kompensacji wykonany za pomocą aparatury termowizyjnej, obejmujący całe padające na nią promieniowanie niezależnie od jego źródeł. ¹¹
Termografia ilościowa	Termografia wykorzystująca pomiar temperatury do określenia ciężkości anomalii w celu ustalenia priorytetu napraw. ¹²
Termografia jakościowa	Termografia oparta na analizie wzorców cieplnych mająca na celu wykrycie istnienia anomalii i zlokalizowanie miejsc ich występowania. ¹²
Termografia podczerwona	Proces pozyskiwania i analizy informacji cieplnych pochodzących z bezkontaktowych urządzeń termowizyjnych.
Wymiana ciepła przez promieniowanie	Wymiana ciepła przez emisję i absorpcję promieniowania cieplnego.
Zasada zachowania energii ¹³	Całkowita energia układu izolowanego jest wartością stałą.

11. Na podstawie normy ISO 18434-1:2008 (ang.).

12. Na podstawie normy ISO 10878-2013 (ang.).

13. Pierwsza zasada termodynamiki.

15.1 Wprowadzenie

Kamera termowizyjna dokonuje pomiarów i zobrazowania promieniowania podczerwonego pochodzącego z obiektu. Fakt, że wartość promieniowania jest funkcją temperatury powierzchni obiektu, umożliwia kamerze dokonanie obliczeń i zobrazowanie temperatur.

Energia odbierana przez kamerę nie zależy jedynie od temperatury obiektu, ale jest także funkcją emisyjności. Promieniowanie pochodzi także z otoczenia i jest ono odbijane przez obiekt. Na promieniowanie obiektu i promieniowanie odbite ma także wpływ absorpcja atmosfery.

Aby dokonać dokładnego pomiaru temperatury, niezbędne jest skompensowanie wpływu różnych źródeł promieniowania. Jest to dokonywane automatycznie przez kamerę, po wprowadzeniu do niej opisanych parametrów obiektu:

- emisyjność obiektu,
- Temperaturę otoczenia (odbity temperaturę pozorną)
- odległość między obiektem a kamerą,
- wilgotność względną.
- Temperaturę atmosfery

15.2 Emisyjność

Najważniejszym parametrem obiektu, który należy poprawnie wprowadzić, jest jego emisyjność. Emisyjność jest, mówiąc w uproszczeniu, miarą intensywności promieniowania emitowanego z obiektu w stosunku do intensywności promieniowania emitowanego z ciała doskonale czarnego o tej samej temperaturze.

Materiały obiektów i ich obrabiane powierzchnie charakteryzują się emisyjnością w zakresie od 0,1 do 0,95. Dobrze wypolerowane (lustrzane) powierzchnie mają emisyjność poniżej 0,1. Powierzchnie oksydowane lub pomalowane mają większe emisyjności. Farba olejna, niezależnie od jej koloru w świetle widzialnym, ma w obszarze podczerwieni emisyjność wynoszącą ponad 0,9. Skóra ludzka wykazuje emisyjność wynoszącą od 0,97 do 0,98.

Nieoksydowane metale są skrajnym przypadkiem połączenia doskonałej nieprzezroczystości i wysokiego współczynnika odbicia, który w niewielkim stopniu zależy od długości fali. Wskutek tego emisyjność metali jest niewielka, a jej wartość zwiększa się ze wzrostem temperatury. W przypadku niemetali emisyjność jest na ogół wysoka, a jej wartość zmniejsza się ze wzrostem temperatury.

15.2.1 Badanie emisyjności próbki

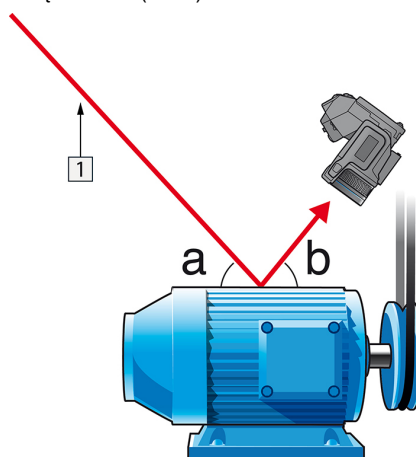
15.2.1.1 Krok 1: Określanie temperatury otoczenia

Temperaturę otoczenia (odbity temperaturę pozorną) można ustalić jedną z dwóch metod:

15.2.1.1.1 Metoda 1: Metoda bezpośrednia

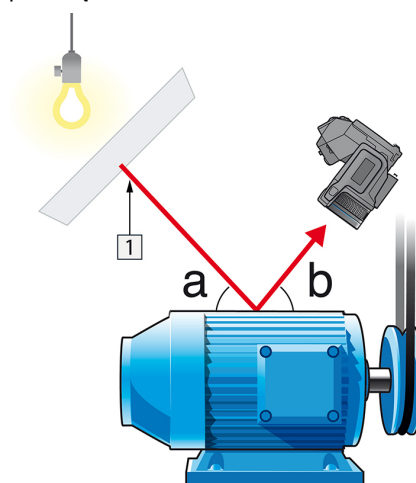
Wykonaj następujące czynności:

1. Należy odnaleźć prawdopodobne źródła odbicia, biorąc pod uwagę, że kąt padania = kąt odbicia ($a = b$).



Rysunek 15.1 1 = źródło odbicia

2. Jeśli źródło odbicia jest źródłem punktowym, należy je zmodyfikować, zasłaniając za pomocą kawałka kartonu.

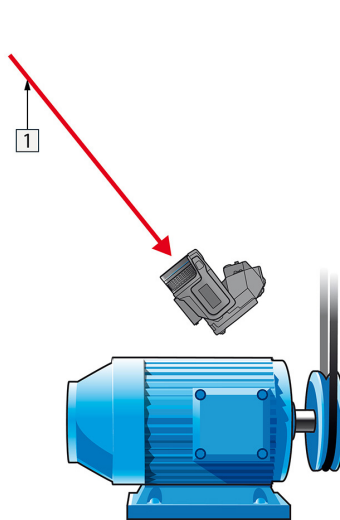


Rysunek 15.2 1 = źródło odbicia

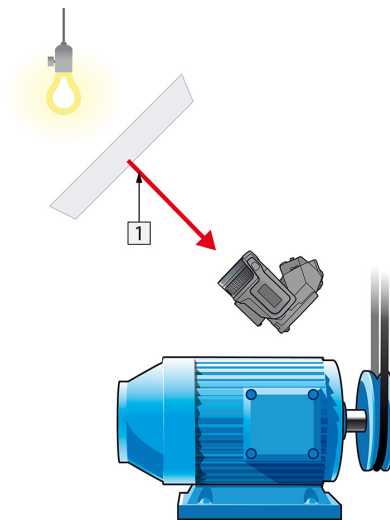
3. Zmierz intensywność promieniowania (= temperaturę pozorną) ze źródła odbicia, korzystając z następujących ustawień:

- Emisyjność: 1.0
- D_{obj} : 0

Intensywność promieniowania można zmierzyć jedną z dwóch następujących metod:



Rysunek 15.3 1 = źródło odbicia



Rysunek 15.4 1 = źródło odbicia

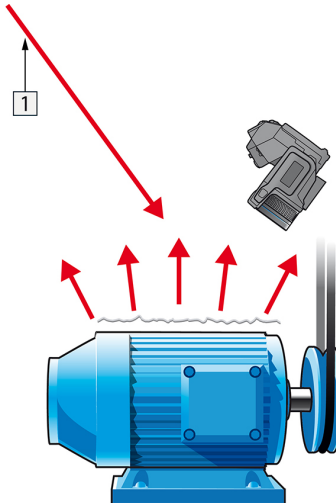
Odbitej temperatury pozornej nie można zmierzyć przy użyciu termopary, ponieważ termopara mierzy *temperaturę*, a temperatura pozorna zależy od *intensywności radiacji*.

15.2.1.1.2 Metoda 2: Metoda z użyciem nisko emisyjnego obiektu

Wykonaj następujące czynności:

1. Oderwij duży płat folii aluminiowej.
2. Rozprostuj folię aluminiową i przymocuj ją do tektury tej samej wielkości.
3. Umieść tekturę przed obiektem, którego intensywność promieniowania chcesz zmierzyć. Strona z przymocowaną folią aluminiową musi być skierowana do kamery.
4. Ustaw emisyjność na wartość 1,0.

5. Zmierz temperaturę pozorną folii aluminiowej i zanotuj ją. Folia uważana jest za idealny reflektor, a jej temperatura pozorną równa się odbitej temperaturze pozornej otoczenia.



Rysunek 15.5 Pomiar temperatury pozornej folii aluminiowej.

15.2.1.2 Krok 2: Określanie emisyjności

Wykonaj następujące czynności:

1. Wybierz miejsce, w którym zostanie umieszczona próbka.
2. Określ i ustaw temperaturę otoczenia zgodnie z opisaną wcześniej procedurą.
3. Połóż na próbce kawałek taśmy izolacyjnej o znanym, wysokim poziomie emisyjności.
4. Podgrzej próbkę do temperatury wyższej o co najmniej 20 K od temperatury pokojowej. Podgrzewanie musi być w miarę równomierne.
5. Uchwyc ostrość i automatycznie dostrój kamerę, po czym zatrzymaj obraz (stopklatka).
6. Dostosuj parametry *Poziom* i *Zakres*, aby uzyskać najlepszą jasność i kontrast obrazu.
7. Ustaw emisyjność na poziomie emisyjności taśmy (zazwyczaj 0,97).
8. Zmierz temperaturę taśmy, używając jednej z poniższych funkcji pomiarowych:
 - *Izoterma* (pozwala na określenie, do jakiej temperatury i jak równo została podgrzana próbka)
 - *Punkt* (prostszy)
 - *Prostokąt Śred.* (przydatny na powierzchniach o zmiennej emisyjności)
9. Zapisz temperaturę.
10. Przenieś funkcję pomiarową na powierzchnię próbki.
11. Zmieniaj ustawienie emisyjności, aż odczytasz taką samą temperaturę, jak przy poprzednim pomiarze.
12. Zapisz emisyjność.

Uwaga

- Unikaj wymuszonej konwekcji
- Znajdź otoczenie stabilne termicznie, nie generujące odbić punktowych.
- Użyj nieprzezroczystej taśmy wysokiej jakości, charakteryzującej się wysoką, pewną emisyjnością.
- Ta metoda opiera się na założeniu, że temperatura taśmy i powierzchni próbki jest taka sama. W przeciwnym wypadku pomiar emisyjności będzie błędny.

15.3 Temperatura otoczenia (odbita temperatura pozorna)

Ten parametr służy do kompensacji promieniowania odbijanego przez obiekt. Prawidłowe ustawienie i kompensacja odbitej temperatury pozornej są istotne w przypadku niskiej emisyjności i stosunkowo dużej różnicy pomiędzy temperaturą obiektu a temperaturą odbitą.

15.4 Odległość

Odległość to dystans dzielący obiekt i czoło obiektywu kamery. Parametr ten służy do kompensacji wpływu następujących dwóch zjawisk:

- Pochłanianie promieniowania obiektu przez atmosferę pomiędzy obiektem a kamerą
- Wykrywanie przez kamerę promieniowania samej atmosfery

15.5 Wilgotność względna

Kamera może także kompensować zależność transmisji od wilgotności względnej atmosfery. W tym celu należy ustawić właściwą wartość wilgotności względnej. Dla małych odległości i normalnej wilgotności można pozostawić domyślną wartość wilgotności względnej wynoszącą 50%.

15.6 Inne parametry

Ponadto niektóre kamery i programy firmy FLIR Systems, przeznaczone do analizy umożliwiają kompensację wpływu następujących parametrów:

- Temperatura atmosferyczna — *tj.* temperatura atmosfery między kamerą a obiektem
- Temperatura zewnętrznego układu optycznego — *tj.* temperatura wszelkich obiektywów zewnętrznych lub okien znajdujących się przed kamerą
- Transmitancja zewnętrznego układu optycznego — *tj.* przepuszczalność wszystkich obiektywów zewnętrznych lub okien znajdujących się przed kamerą

16.1 Wprowadzenie

Wzorcowanie kamery termicznej to warunek wstępny dla pomiaru temperatury. Wzorcowanie umożliwia ustalenie zależności między sygnałem wejściowym a fizyczną ilością, którą użytkownik chce zmierzyć. Pomimo jego powszechnego i częstego stosowania, termin „wzorcowanie” jest często nieprawidłowo rozumiany i używany. Zarówno lokalne i krajowe różnice, jak również problemy związane z przekładem, tworzą dalsze niejasności.

Niejasna terminologia może doprowadzić do problemów z komunikacją i błędnego tłumaczenia, co skutkuje niewłaściwymi pomiarami spowodowanymi nieprawidłowym zrozumieniem, a w najgorszym przypadku pozwami sądowymi.

16.2 Definicja — czym jest wzorcowanie?

Międzynarodowe Biuro Wag i Miar¹⁴ definiuje *kalibrację*¹⁵ w następujący sposób:

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

Wzorcowanie może mieć różne postacie: może to być zestawienie, funkcja wzorcowania, diagram wzorcowania¹⁶, krzywa wzorcowania¹⁷ lub tabela wzorcowania.

Zazwyczaj tylko pierwszy krok z tej definicji jest postrzegany i określany jako „wzorcowanie”. Jednakże nie jest to (zawsze) wystarczające.

Biorąc pod uwagę procedurę wzorcowania kamery termicznej, pierwszy krok pozwala ustalić związek między emitowanym promieniowaniem (wartością ilościową) a elektrycznym sygnałem wyjściowym (wskazaniem). Pierwszy krok procedury wzorcowania składa się z uzyskania spójnej (lub ujednoliconej) odpowiedzi, gdy kamera jest umieszczona przed rozszerzonym źródłem promieniowania.

Ponieważ znamy temperaturę źródła odniesienia emitującego promieniowanie uzyskany sygnał wyjściowy (wskazanie) można w drugim kroku powiązać z temperaturą źródła odniesienia (wynik pomiaru). Drugi krok obejmuje pomiar wahań i kompensację.

Precyzując, wzorcowanie kamery termicznej nie jest ściśle wyrażana poprzez wartość temperatury. Kamery termiczne są czułe na promieniowanie podczerwone: w związku z tym w pierwszej kolejności uzyskiwana jest zgodność promieniowania, a następnie ustalana jest zależność między promieniowaniem a temperaturą. W przypadku kamer z bolometrem używanych przez klientów z innej branży niż naukowa promieniowanie nie jest określane — zapewniany jest tylko odczyt temperatury.

16.3 Wzorcowanie kamery w firmie FLIR Systems

Bez wzorcowania, kamera termowizyjna nie jest w stanie dokonać pomiaru radiancji lub temperatury. W firmie FLIR Systems wzorcowanie kamer wyposażonych w mikrobolometr niechłodzony z możliwością pomiaru jest przeprowadzana na etapie produkcji i serwisowania. Chłodzone kamery mające detektory fotonowe są często wzorcowane przez użytkownika przy użyciu specjalnego oprogramowania. Teoretycznie dzięki tego typu

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

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

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

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

oprogramowaniu powszechnie używane niechłodzone kamery termiczne mogłyby również być wzorcowane przez użytkownika. Niemniej jednak oprogramowanie to jest nieodpowiednie do sporządzania raportów i większość użytkowników go nie posiada. Urządzenia niepomirowe służące jedynie do obrazowania nie wymagają wzorcowania temperatury. Czasami jest to odzwierciedlone w terminologii kamery, zwłaszcza kiedy porównujemy kamery termowizyjne czy kamery termiczne z kamerami termograficznymi, które są urządzeniami pomiarowymi.

Informacje o wzorcowaniu, niezależnie od rodzaju wzorcowania wykonywanego przez firmę FLIR Systems lub użytkownika, są przechowywane w krzywych wzorcowania, które są wyrażane przez funkcje matematyczne. Gdy intensywność radiancji w zakresie temperatury i odległości między obiektem a kamerą zmienia się, generowane są różne krzywe dla poszczególnych zakresów temperatur i wymiennych obiektów.

16.4 Różnice między wzorcowaniem wykonywaną przez użytkownika a wzorcowaniem wykonywaną bezpośrednio przez firmę FLIR Systems

Po pierwsze, źródła odniesienia, które wykorzystuje firma FLIR Systems są wzorcowane. Oznacza to, że w każdej placówce firmy FLIR Systems wykonującej wzorcowanie źródła są kontrolowane przez niezależny organ krajowy. Certyfikat wzorcowania kamery jest tego potwierdzeniem. Jest to dowód nie tylko na wykonanie wzorcowania przez firmę FLIR Systems, lecz również potwierdzenie, że została ona przeprowadzona za pomocą wiarygodnych źródeł odniesienia. Niektórzy użytkownicy posiadają lub mają dostęp do akredytowanych źródeł odniesień, lecz stanowią oni niewielką grupę.

Po drugie, istnieje pewna różnica techniczna. W przypadku wykonywania wzorcowania przez użytkownika wynik jest często (choć nie zawsze) nieskompensowany pod względem wahań. Oznacza to, że wartości nie biorą pod uwagę możliwej modyfikacji sygnału wyjściowego kamery, gdy wewnętrzna temperatura kamery się zmieni. Skutkuje to większą niepewnością. Kompensacja wahań wykorzystuje dane pozyskane w klimatyzowanych komorach. Wszystkie kamery firmy FLIR Systems są skompensowane pod względem wahań w momencie pierwszej dostawy do klienta oraz w przypadku ponownego wzorcowania przez dział serwisu firmy FLIR Systems.

16.5 Wzorcowanie, weryfikacja i regulacja

Powszechnym zjawiskiem jest mylenie *wzorcowania* z *weryfikacją* lub *regulacją*. W rzeczywistości wzorcowanie jest wymogiem wstępnym do przeprowadzenia *weryfikacji*, która stanowi potwierdzenie, że określone warunki zostały spełnione. Weryfikacja gwarantuje obiektywny dowód, który potwierdza, że dany element spełnia określone wymagania. Aby uzyskać weryfikację, mierzone są temperatury (emitowana radiancja) wzorcowanych źródeł odniesienia są mierzone. Wyniki pomiaru, w tym odchylenie, są zapisywane w tabeli. Certyfikat weryfikacji potwierdza, że te wyniki pomiaru spełniają określone warunki. Czasami firmy lub organizacje oferują i wprowadzają na rynek ten certyfikat weryfikacji jako „certyfikat wzorcowania”.

Odpowiednią weryfikację — a w związku z tym również wzorcowanie i/lub ponowne wzorcowanie — można uzyskać wyłącznie poprzez przestrzeganie zatwierdzonego protokołu. Proces obejmuje znacznie szerszy zakres niż umieszczenie kamery naprzeciwko ciał czarnych i sprawdzenie, czy sygnał wyjściowy kamery (np. temperatura) odpowiada pierwotnej wartości w tabeli wzorcowania. Często zapomina się jednak o tym, że kamera nie jest czuła na temperaturę, lecz na promieniowanie. Ponadto kamera to system *obrazowania*, a nie tylko pojedynczy czujnik. Co za tym idzie, jeśli optyczna konfiguracja umożliwiająca kamerze „zbieranie” radiancji jest niewłaściwa lub niewyregulowana, „weryfikacja” (lub wzorcowanie albo ponowne wzorcowanie) są bezużyteczne.

Należy na przykład upewnić się, że odległość między ciałem czarnym a kamerą, jak również średnica wnęki ciała czarnego, zostały tak wybrane, aby zmniejszyć promieniowanie nieużyteczne i efekt rozmiaru źródła.

Podsumowując: zatwierdzony protokół musi być zgodny z prawami fizyki dla *radiancji*, a nie dla temperatury.

Wzorcowanie jest także wymogiem wstępnym dla *regulacji*, która stanowi zestaw czynności wykonywanych w systemie pomiarowym w taki sposób, aby zapewnić określone wskazania odpowiadające danym wartościom mierzonych wielkości zazwyczaj pozyskiwanym ze standardów pomiarowych. Uproszczając, regulacja to manipulacja, która gwarantuje wykonanie prawidłowego pomiaru przez urządzenia zgodnie z ich specyfikacją. W języku potocznym termin „wzorcowanie” jest często używany zamiast „regulacji” w przypadku urządzeń pomiarowych.

16.6 Korekcja niejednorodności

Gdy kamera termiczna wyświetla komunikat „Kalibrowanie...”, reguluje ona odchylenie względem każdego indywidualnego elementu detektora (piksela). W termografii zjawisko to jest nazywane „korekcją niejednorodności” (NUC). Jest to aktualizacja wyrównania (offset), a przyrost (gain) pozostaje niezmieniony.

Europejska norma EN 16714-3, Non-destructive Testing—Thermographic Testing—Part 3: Terms and Definitions (Badania nieniszczące — Badania termograficzne — Część 3: Terminy i definicje), określa NUC jako „poprawki obrazu wprowadzane przez oprogramowanie kamery, które pozwalają zrekompensować różnice czułości elementów czujnika, a także niedoskonałości optyczne i geometryczne”.

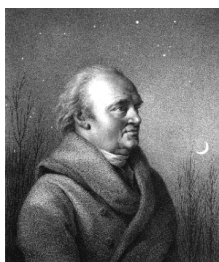
Podczas korekcji NUC (aktualizacja wyrównania) migawka (wewnętrzna flaga) jest umieszczona w ścieżce optycznej, a wszystkie elementy detektora są wystawione na taką samą ilość *radiancji* pochodzącej z migawki. Teoretycznie zatem wszystkie elementy detektora powinny dać taki sam sygnał. W rzeczywistości każdy indywidualny element tworzy własną odpowiedź, co powoduje, że sygnał wyjściowy nie jest jednorodny. To odchylenie od idealnego wyniku jest obliczane i wykorzystywane do matematycznego wykonania korekty obrazu, co zasadniczo jest korektą sygnału wyświetlanej *radiancji*. Niektóre kamery nie mają wewnętrznej flagi. W takim przypadku aktualizacji wyrównania należy dokonać ręcznie za pomocą specjalnego oprogramowania i zewnętrznego, ujednoliconego źródła *radiancji*.

Korekcja NUC jest na przykład przeprowadzana przy uruchamianiu, zmianie zakresu pomiaru lub zmianie temperatury środowiska pracy. Niektóre kamery pozwalają użytkownikowi na jej ręczne wyzwolenie. Jest to przydatne rozwiązanie do wykonywania kluczowego pomiaru z jak najmniej niejednorodnym obrazem.

16.7 Regulacja obrazu termicznego (regulacja termiczna)

Niektórzy ludzie używają terminu „kalibracja obrazu” w przypadku regulacji kontrastu i jasności termicznej w obrazie w celu podkreślenia określonych szczegółów na obrazie. Podczas tej czynności przedział temperatury jest ustawiany w taki sposób, aby wszystkie używane kolory pokazywały tylko (lub głównie) temperatury w danym obszarze. Właściwy termin dla tej manipulacji to „regulacja obrazu termicznego” lub „regulacja termiczna”, a w niektórych językach „optymalizacja obrazu termicznego”. Aby wykonać tę czynność, należy przejść do trybu ręcznego, w przeciwnym razie kamera automatycznie ustawi dołne i górne limity wyświetlanego przedziału temperatury na najchłodniejsze i najcieplejsze w polu widzenia.

Przed rokiem 1800 nie podejrzewano w ogóle obszaru podczerwieni w widmie magnetycznym. Pierwotne znaczenie obszaru widma przypisanego podczerwieni jako formy wypromieniowywania ciepła jest dziś prawdopodobnie mniej oczywiste niż w chwili odkrycia tego promieniowania przez Herschela w 1800 roku.



Rysunek 17.1 Sir William Herschel (1738–1822)

Odkrycia dokonano przypadkowo w trakcie poszukiwań nowego materiału optycznego. Sir William Herschel — królewski astronom angielskiego króla Jerzego III, który zdobył sławę za odkrycie planety Uran — poszukiwał materiału pełniącego rolę filtra optycznego, który mógłby ograniczać jaskrawość obrazu słońca w teleskopach podczas obserwacji astronomicznych. Testując różne próbki kolorowego szkła w podobnym stopniu ograniczające jasność, zauważył, że niektóre przepuszczały tylko niewielką ilość ciepła słonecznego, natomiast inne tak dużo, że zaledwie kilkusekundowa obserwacja groziła uszkodzeniem wzroku.

Herschel wkrótce doszedł do wniosku, że konieczne jest przeprowadzenie systematycznych eksperymentów w celu znalezienia materiału jednocześnie zapewniającego pożądane ograniczenie jasności oraz przepuszczającego jak najmniej ciepła. Badania rozpoczął od powtórzenia eksperymentu Newtona z pryzmatem, zwracając jednak uwagę na efekt cieplny, a nie na rozkład kolorów w widmie. Najpierw zaciemnił atramentem zbiornik czułego termometru rtęciowego i używając tak skonstruowanego przyrządu jako detektora ciepła zaczął testować efekt cieplny, jaki poszczególne barwy widma wywierały na blacie stołu. W tym celu przepuszczał promieniowanie słoneczne przez szklany pryzmat. Inne termometry, umieszczone poza zasięgiem promieni słonecznych, służyły celom kontrolnym.

W miarę powolnego przemieszczania zaciemnionego termometru wzdłuż barw widma, od fioletu do czerwieni, odczyty temperatury równomiernie wzrastały. Zjawisko to nie było całkowicie nieoczekiwane, gdyż włoski badacz Landriani w eksperymencie przeprowadzonym w 1777 r. zaobserwował bardzo podobny efekt. Jednak to właśnie Herschel jako pierwszy stwierdził, że musi istnieć punkt, w którym efekt cieplny osiąga maksimum. Z pomiarów wynikało, że nie jest możliwe zlokalizowanie tego punktu w części widzialnej widma.



Rysunek 17.2 Marsilio Landriani (1746–1815)

Przesuwając termometr w ciemny obszar poza czerwony koniec widma, Herschel potwierdził, że efekt cieplny był w dalszym ciągu coraz intensywniejszy. Zlokalizowany

punkt maksimum leżał daleko poza czerwienią, w obszarze zwanym dziś „długościami fal podczerwonych”.

Prezentując swoje odkrycie, Herschel nazwał nowy obszar widma elektromagnetycznego „widmem termometrycznym”. Samo promieniowanie nazywał „ciemnym ciepłem” lub po prostu „promieniowaniem niewidzialnym”. Paradoksalnie, wbrew powszechnemu przekonaniu, to nie Herschel jako pierwszy użył terminu „podczerwień”. Słowo to zaczęło pojawiać się w publikacjach drukowanych dopiero 75 lat później i do dziś nie jest jasne, komu należy przypisać jego autorstwo.

Zastosowanie przez Herschela szklanego pryzmatu w oryginalnym eksperymencie doprowadziło do sporów pomiędzy ówczesnymi naukowcami co do istnienia promieniowania podczerwonego. W celu potwierdzenia pierwszych wyników badacze używali różnych typów szkła, które charakteryzowały się odmienną przepuszczalnością w obszarze podczerwieni. W wyniku późniejszych eksperymentów Herschel zdał sobie sprawę z ograniczonej przepuszczalności szkła dla nowo odkrytego promieniowania cieplnego i wywnioskował, że układy optyczne dla podczerwieni muszą składać się wyłącznie z elementów odbijających promieniowanie (tj. luster płaskich i zakrzywionych). Na szczęście pogląd taki panował tylko do 1830 r., kiedy to włoski badacz Melloni dokonał istotnego odkrycia, a mianowicie stwierdził, że występująca w przyrodzie sól kamienna (NaCl) — dostępna w naturalnych kryształach na tyle dużych, by dało się z nich budować soczewki i pryzmaty — bardzo dobrze przepuszcza podczerwień. W efekcie sól kamienna stała się podstawowym materiałem optycznym w układach operujących podczerwienią i utrzymała tę pozycję przez następne sto lat, dopóki w latach trzydziestych XX wieku nie opracowano metody otrzymywania kryształów syntetycznych.



Rysunek 17.3 Macedonio Melloni (1798–1854)

Termometry były stosowane jako detektory promieniowania aż do 1829 r., kiedy to Nobili wynalazł termoparę. (termometr używany pierwotnie przez Herschela zapewniał dokładność $0,2^{\circ}\text{C}$, a późniejsze modele umożliwiały odczyt z dokładnością do $0,05^{\circ}\text{C}$). Wtedy miał miejsce przełom. Melloni połączył szereg termopar, tworząc pierwszy termostos. Nowe urządzenie wykrywało promieniowanie cieplne z czułością co najmniej 40 razy większą niż najlepsze dostępne wówczas termometry i było w stanie wykryć ciepło wypromieniowywane przez człowieka stojącego w odległości trzech metrów.

Uzyskanie pierwszego tzw. „obrazu cieplnego” stało się możliwe w 1840 r. w wyniku prac Sir Johna Herschela, uznanego astronoma i syna odkrywcy podczerwieni. W wyniku zróznicowanego parowania cienkiej warstwy oleju wystawionej na działanie skupionej niejednorodnej wiązki promieniowania cieplnego powstał obraz cieplny. Był on widoczny dzięki efektowi interferencji w warstwie oleju. Sir Johnowi udało się także uzyskać prymitywny zapis obrazu cieplnego na papierze, który nazwał „termografem”.



Rysunek 17.4 Samuel P. Langley (1834–1906)

Powoli zwiększała się czułość detektorów podczerwieni. Kolejnym przełomem, którego dokonał Langley w 1880 r., było wynalezienie bolometru. Składał się on z cienkiego zalczerzonego paska platyny włączonego w jedno ramię mostka Wheatstone'a. Na pasku skupione było promieniowanie podczerwone, na które reagował czuły galwanometr. Przyrząd ten był podobno w stanie reagować na ciepło krowy stojącej w odległości 400 metrów.

Angielski uczony Sir James Dewar jako pierwszy zastosował ciekłe gazy jako czynniki chłodzące (na przykład ciekły azot o temperaturze -196°C) w badaniach niskich temperatur. W roku 1892 wynalazł próżniowo izolowany pojemnik, w którym można było przechowywać ciekłe gazy nawet przez kilka dni. Popularny „termos”, służący do przechowywania gorących i zimnych napojów, to rozwinięcie tamtego wynalazku.

W latach 1900-1920 wynalazcy na całym świecie „odkryli” podczerwień. Wydano szereg patentów na urządzenia służące do wykrywania ludzi, artylerii, samolotów, statków, a nawet gór lodowych. Pierwsze systemy operacyjne we współczesnym znaczeniu zaczęto opracowywać w czasie I Wojny Światowej, kiedy to obie strony prowadziły badania naukowe nad wojskowymi zastosowaniami podczerwieni. Programy te obejmowały eksperymentalne systemy wykrywania wtargnięć/wroga, zdalne detektory temperatury, mechanizmy bezpiecznej komunikacji i naprowadzania „latających torped”. Testowany system poszukiwawczy bazujący na podczerwieni był w stanie wykryć zbliżający się samolot z odległości 1,5 km albo człowieka z odległości ponad 300 metrów.

Wszystkie najbardziej czułe systemy były zbudowane w oparciu o różne warianty koncepcji bolometru, jednak w okresie między wojnami opracowano dwa nowe, rewolucyjne detektory podczerwieni: przetwornik obrazu i detektor fotonowy. Przetwornikiem obrazu zainteresowali się najpierw wojskowi, gdyż po raz pierwszy w historii pozwalał on obserwatorowi dosłownie „widzieć w ciemności”. Jednak czułość przetwornika obrazu ograniczała się do obszaru bliskiej podczerwieni, a najbardziej interesujące cele militarne (tj. żołnierze wroga) musiały być oświetlane promieniami podczerwonymi. Ponieważ groziło to ujawnieniem pozycji obserwatora wrogowi dysponującemu podobnym wyposażeniem, nietrudno zrozumieć stopniowy spadek zainteresowania wojska przetwornikiem obrazu.

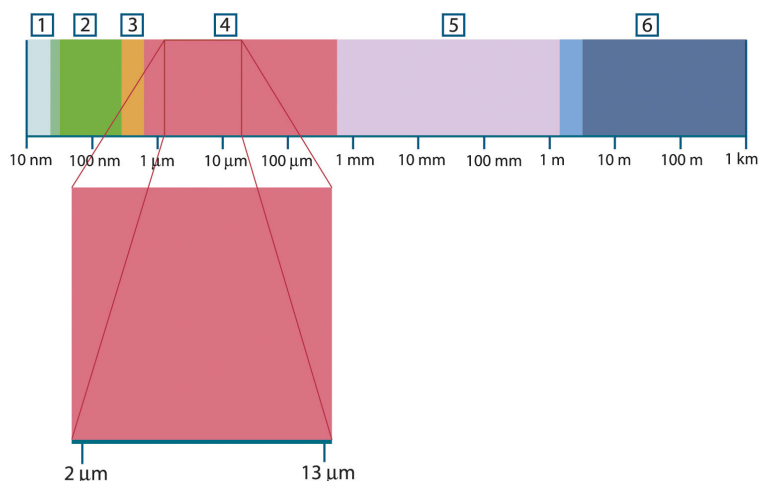
Taktyczne niedogodności tzw. aktywnych (tj. emitujących promieniowanie) systemów obrazowania termicznego były bezpośrednim powodem rozpoczęcia po II Wojnie Światowej intensywnych tajnych badań wojskowych nad możliwością opracowania „biernych” (nie emitujących promieniowania) systemów na bazie niezwykle czułego detektora fotonowy. W tym okresie przepisy dotyczące tajemnicy wojskowej całkowicie uniemożliwiały ujawnianie aktualnego stanu rozwoju techniki podczerwieni. Utańnienie zaczęło powoli eliminować dopiero w połowie lat 50. Od tej pory odpowiedniej jakości urządzenia do obrazowania termicznego stały się dostępne dla cywilnych ośrodków naukowych i przemysłowych.

18.1 Wprowadzenie

Zagadnienie promieniowania podczerwonego i technik termograficznych nadal pozostaje zagadnieniem nowym dla wielu przyszłych użytkowników kamery termowizyjnej. W tym rozdziale przedstawiona jest teoria termografii.

18.2 Widmo elektromagnetyczne

Widmo elektromagnetyczne jest umownie podzielone na szereg obszarów długości fal, nazywanych *pasmami*, które rozróżniane są poprzez metody generowania i wykrywania promieniowania. Nie ma zasadniczej różnicy między promieniowaniem w różnych pasmach widma elektromagnetycznego. We wszystkich pasmach promieniowanie podlega tym samym prawom, a jedyną różnicą jest długość fali.



Rysunek 18.1 Widmo elektromagnetyczne. 1: promieniowanie Roentgena; 2: UV; 3: światło widzialne; 4: podczerwień; 5: mikrofale; 6: fale radiowe.

W termografii wykorzystuje się pasmo podczerwieni. Na krótkofalowym końcu zakresu przypada granica pasma światła widzialnego, czyli głęboka czerwień. Na granicy długo-falowej zakres podczerwieni łączy się z zakresem mikrofalowych fal radiowych (milimetrowych).

Pasmo podczerwieni jest często dzielone na cztery mniejsze pasma, których granice są również określone umownie. Są to: *bliska podczerwień* (0,75–3 μm), *średnia podczerwień* (3–6 μm), *daleka podczerwień* (6–15 μm) i *bardzo daleka podczerwień* (15–100 μm). Mimo że długości fal podawane są w μm (mikrometrach), to w tym obszarze widma nadal często używane są inne jednostki, np. nanometry (nm) i Ångströmy (Å).

Zależność między wartościami wyrażonymi w różnych jednostkach jest następująca:

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

18.3 Promieniowanie ciała czarnego

Ciało czarne jest to obiekt, który pochłania całe padające na niego promieniowanie niezależnie od długości fali. Pozornie niewłaściwa nazwa *ciało czarne* użyta w stosunku do przedmiotu emitującego promieniowanie jest wyjaśniona przez prawo Kirchhoffa (od nazwiska *Gustava Roberta Kirchhoffa*, 1824–1887), które mówi, że ciało zdolne do

absorpcji całego promieniowania o dowolnej długości fali jest również zdolne do emitowania tego promieniowania.



Rysunek 18.2 Gustav Robert Kirchhoff (1824–1887)

Budowa źródła będącego ciałem czarnym jest bardzo prosta. Charakterystyki promieniowania otworu w izotermicznej wnęce wykonanej z nieprzezroczystego materiału pochłaniającego promieniowanie niemal dokładnie odpowiada właściwościom ciała czarnego. Praktyczne wykorzystanie tej zasady do budowy idealnego pochłaniacza promieniowania sprowadza się do użycia pudełka nieprzepuszczającego światła na całej powierzchni z wyjątkiem otworu na jednym z boków. Całe promieniowanie wpadające przez otwór jest rozpraszane i pochłaniane wskutek wielokrotnych odbić, tak że jedynie niewielki jego ułamek może wydostać się z powrotem. Współczynnik pochłaniania otworu jest niemal równy współczynnikowi ciała czarnego i prawie jednakowy dla wszystkich długości fal.

Wyposażając taką izotermiczną wnękę w odpowiedni grzejnik uzyskuje się tak zwany *radiator wnękowy*. Równomiernie rozgrzewana izotermiczna wnęka generuje promieniowanie ciała czarnego, którego charakterystyka zależy wyłącznie od temperatury wnęki. Takie radiatory wnękowe są często używane w laboratoriach jako radiacyjne źródła odniesienia (wzorcy) do kalibrowania przyrządów termograficznych, takich jak np. kamery firmy FLIR Systems.

Jeśli temperatura promieniowania ciała czarnego wzrośnie powyżej 525°C , źródło staje się widzialne i przestaje być postrzegane przez oczy jako czarne. Jest to początkowo czerwona temperatura barwowa promiennika, która wraz z dalszym wzrostem temperatury przechodzi w pomarańczową lub żółtą. W istocie tak zwana *temperatura barwowa* ciała jest zdefiniowana jako temperatura, do której musiałoby zostać ogrzane ciało czarne, aby wyglądało tak samo jak dane ciało.

Poniżej omówione zostały trzy wyrażenia opisujące promieniowanie emitowane z ciała czarnego.

18.3.1 Prawo Plancka



Rysunek 18.3 Max Planck (1858–1947)

Max Planck (1858–1947) opisał rozkład widmowy promieniowania pochodzącego z ciała czarnego następującym wzorem:

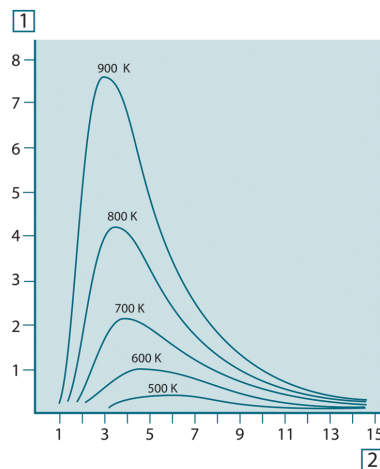
$$W_{\lambda b} = \frac{2\pi hc^2}{\lambda^5 \left(e^{\frac{hc}{\lambda kT}} - 1 \right)} \times 10^{-6} [\text{Watt} / \text{m}^2, \mu\text{m}]$$

gdzie:

$W_{\lambda b}$	emitancja widmowa ciała czarnego dla długości fali λ .
c	prędkość światła = 3×10^8 m/s
h	stała Plancka = $6,6 \times 10^{-34}$ J s.
k	stała Boltzmanna = $1,4 \times 10^{-23}$ J/K.
T	temperatura bezwzględna (K) ciała czarnego.
λ	długość fali (μm).

Uwaga Stosowany jest współczynnik 10^{-6} , ponieważ emitancja widmowa jest wyrażana w $\text{W/m}^2, \mu\text{m}$.

Wzór Plancka przedstawiony w postaci wykresu dla różnych temperatur jest zbiorem krzywych. Na dowolnej krzywej Plancka emitancja widmowa wynosi zero przy $\lambda = 0$, a następnie gwałtownie rośnie do maksimum przy długości fali λ_{max} , za którą ponownie spada do zera przy bardzo dużych długościach fal. Im wyższa temperatura, tym mniejsze długości fal, przy których występuje maksimum.



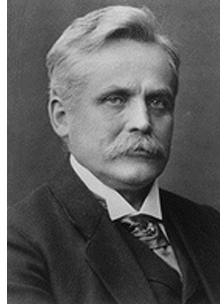
Rysunek 18.4 Emitancja widmowa ciała czarnego wyrażona przez prawo Plancka dla różnych temperatur bezwzględnych. 1: Emitancja widmowa ($\text{W/cm}^2 \times 10^3(\mu\text{m})$); 2: Długość fali (μm)

18.3.2 Prawo przesunięć Wiena

Różniczkując równanie Plancka względem λ i wyznaczając maksimum, otrzymujemy:

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

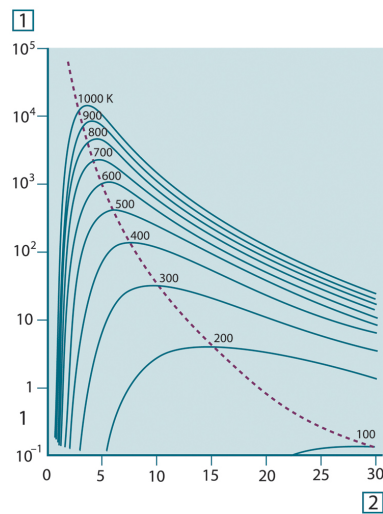
Jest to wzór Wiena (od nazwiska *Wilhelma Wiena*, 1864–1928), który matematycznie wyraża znane zjawisko zmiany kolorów od czerwonego do żółtego w miarę wzrostu temperatury radiatora. Długość fali barwy jest taka sama, jak wyznaczona długość fali λ_{max} . Dobrze przybliżenie wartości λ_{max} dla danej temperatury ciała czarnego można uzyskać, stosując eksperymentalnie wyznaczoną skalę $3000/T \mu\text{m}$. Zatem w przypadku bardzo gorących gwiazd, takich jak Syriusz (11 000 K), emitujących światło niebieskawe-białe, szczyt emitancji widmowej przypada na niewidoczną część widma w obszarze ultrafioletu, przy długości fali $0,27 \mu\text{m}$.



Rysunek 18.5 Wilhelm Wien (1864–1928)

Słońce (około 6 000 K) emituje światło żółte, a jego maksimum przypada na wartość 0,5 μm pośrodku widma światła widzialnego.

W temperaturze pokojowej (300 K) szczyt emitancji przypada na długość fali 9,7 μm i znajduje się w dalekiej podczerwieni, natomiast w temperaturze ciekłego azotu (77 K) maksimum znikomej emitancji przypada na długość fali 38 μm i znajduje się w bardzo dalekiej podczerwieni.



Rysunek 18.6 Krzywe Plancka przedstawione w skali półlogarytmicznej w zakresie od 100 do 1000 K. Linia kropkowana reprezentuje miejsca występowania maksimum emitancji dla każdej temperatury zgodnie z prawem przesunięć Wiena. 1: Emitancja widmowa ($\text{W}/\text{cm}^2 (\mu\text{m})$); 2: Długość fali (μm).

18.3.3 Prawo Stefana-Boltzmann

Całkując wzór Plancka w granicach od $\lambda = 0$ do $\lambda = \infty$, otrzymujemy całkowitą emitancję (W_b) ciała czarnego:

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

Jest to wzór Stefana-Boltzmann (od nazwisk *Josef Stefan*, 1835–1893, i *Ludwig Boltzmann*, 1844–1906), z którego wynika, że całkowita moc emisyjna ciała czarnego jest proporcjonalna do czwartej potęgi jego temperatury bezwzględnej. W interpretacji graficznej W_b odpowiada obszarowi pod krzywą Plancka dla danej temperatury. Można wykazać, że emitancja energetyczna w przedziale od $\lambda = 0$ do λ_{max} wynosi jedynie 25% wartości całkowitej, co stanowi w przybliżeniu ilość promieniowania słonecznego, która leży w widzialnym zakresie widma.



Rysunek 18.7 Josef Stefan (1835–1893) i Ludwig Boltzmann (1844–1906)

Używając wzoru Stefana-Boltzmann'a do obliczenia mocy wypromieniowywanej przez ciało ludzkie w temperaturze 300 K na powierzchni około 2 m² otrzymujemy wartość 1 kW. Taka utrata ciepła byłaby możliwa, gdyby nie absorpcja promieniowania pochodzącego z otoczenia o temperaturze zbliżonej do temperatury ciała i oczywiście gdyby nie ubranie.

18.3.4 Ciała nieczarne emitujące promieniowanie

Dotychczas omówione zostały jedynie ciała czarne i ich promieniowanie. Jednak obiekty rzeczywiste niemal nigdy nie podlegają tym prawom w szerokim zakresie widma — mimo że ich zachowanie może być zbliżone do zachowania ciała czarnego w określonych przedziałach długości fal. Na przykład farba, która wydaje się idealnie *biała* w widzialnym zakresie widma, staje się *szara* przy długości fali około 2 μm, zaś powyżej 3 μm jest niemal *czarna*.

Mogą zachodzić trzy procesy, z powodu których obiekt rzeczywisty nie będzie zachowywał się tak, jak ciało czarne: część padającego promieniowania α może być pochłaniana, część ρ może być odbijana, a część τ może być przepuszczana. Ponieważ wszystkie te czynniki są w mniejszym lub większym stopniu zależne od długości fali, użyto indeksu λ , aby podkreślić zależność ich definicji od widma. A zatem:

- Widmowy współczynnik pochłaniania α_λ = stosunek mocy pochłanianej przez ciało do mocy padającej na nie.
- Widmowy współczynnik odbicia ρ_λ = stosunek mocy odbitej przez ciało do mocy padającej na nie.
- Widmowy współczynnik przepuszczania τ_λ = stosunek mocy przechodzącej przez ciało do mocy padającej na nie.

Suma tych trzech czynników dla dowolnej długości fali musi być równa jeden, stąd zależność:

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

Dla materiałów nieprzezroczystych $\tau_\lambda = 0$ równanie upraszcza się więc do postaci:

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

Kolejny współczynnik, nazywany emisyjnością, wyraża ułamek ε emitancji ciała czarnego wygenerowany przez ciało o określonej temperaturze. Mamy zatem definicję:

Emisyjność widmowa ε_λ = stosunek emitancji widmowej ciała do emitancji ciała czarnego w tej samej temperaturze i dla tej samej długości fali.

W zapisie matematycznym wartość ta może być wyrażona jako stosunek emitancji widmowej ciała do emitancji ciała czarnego:

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

Istnieją trzy rodzaje źródeł promieniowania, różniące się sposobem, w jaki emitancja każdego z nich zależy od długości fali.

- Ciało czarne, dla którego $\varepsilon_\lambda = \varepsilon = 1$
- Ciało szare, dla którego $\varepsilon_\lambda = \varepsilon = \text{const.} < 1$

- Radiator selektywny, dla którego ϵ zależy od długości fali.

Zgodnie z prawem Kirchhoffa dla dowolnego materiału emisyjność widmowa i pochłaniania widmowa ciała są sobie równe dla dowolnej jednakowej temperatury i długości fali. A zatem:

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

Dla ciała nieprzezroczystego otrzymujemy (ponieważ $\alpha_\lambda + \rho_\lambda = 1$):

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

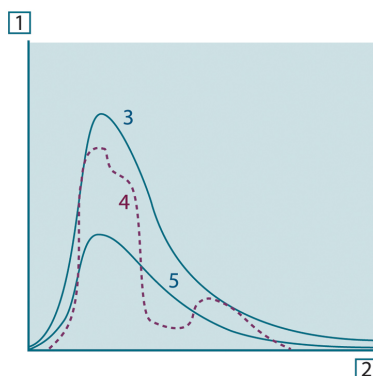
Dla dobrze wypolerowanych materiałów ϵ_λ zbliża się do zera, tak więc dla materiału doskonale odbijającego (tzn. doskonałego lustra) mamy:

$$\rho_\lambda = 1$$

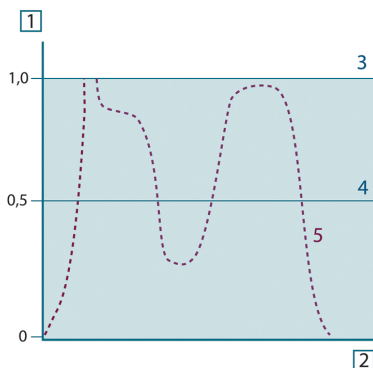
Dla ciała szarego wzór Stefana-Boltzmann'a przyjmuje postać:

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

Oznacza to, że całkowita moc emitowana przez ciało szare jest równa mocy ciała czarnego w tej samej temperaturze pomniejszonej proporcjonalnie do wartości ϵ dla ciała szarego.



Rysunek 18.8 Emitancja widmowa dla trzech typów radiatorów. 1: Emitancja widmowa; 2: Długość fali; 3: Ciało czarne; 4: Radiator selektywny; 5: Ciało szare.



Rysunek 18.9 Emisyjność widmowa dla trzech typów radiatorów. 1: Emisyjność widmowa; 2: Długość fali; 3: Ciało czarne; 4: Ciało szare; 5: Radiator selektywny.

18.4 Materiały częściowo przezroczyste w podczerwieni

Rozważmy teraz niemetaliczne półprzezroczyste ciało, na przykład w postaci grubej płaskiej płyty z plastiku. Gdy płyta jest ogrzewana, promieniowanie powstające w jej wnętrzu musi pokonać drogę do powierzchni, w czasie której jest częściowo pochłaniane. Ponadto po dotarciu do powierzchni część promieniowania jest odbijana z powrotem do wnętrza. Odbite do wnętrza promieniowanie jest także częściowo pochłaniane, ale jego część dociera do przeciwległej powierzchni; większość tego promieniowania ucieka na zewnątrz, ale część jest ponownie odbijana do wnętrza. Mimo że wielokrotne odbicia są coraz słabsze musimy je zsumować przy wyznaczaniu całkowitej emitancji płyty. Po zsumowaniu otrzymanego szeregu geometrycznego otrzymujemy emisyjność płyty częściowo przezroczystej:

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

Gdy płyta staje się nieprzezroczysta, wzór ten redukuje się do postaci:

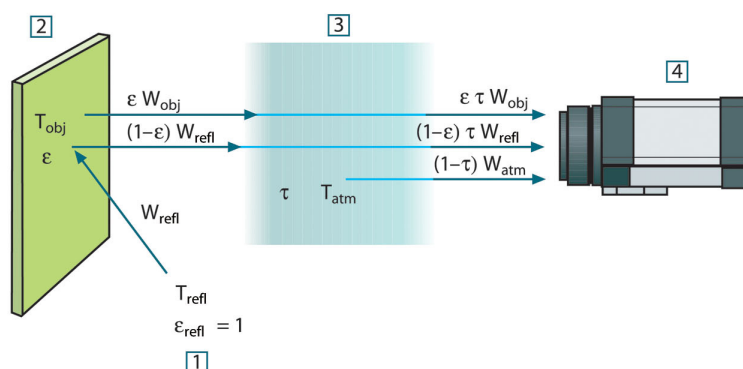
$$\varepsilon_{\lambda} = 1 - \rho_{\lambda}$$

Ta ostatnia zależność jest szczególnie użyteczna, ponieważ często łatwiej jest zmierzyć odbijalność niż bezpośrednio zmierzyć emisyjność.

Jak już wspomniano, podczas obserwacji do kamery dociera nie tylko promieniowanie pochodzące z samego obiektu. Kamera zbiera także promieniowanie z otoczenia, odbite od powierzchni obiektu. Oba składniki promieniowania są w pewnym stopniu tłumione przez atmosferę znajdującą się na drodze pomiaru. Do tego dochodzi jeszcze promieniowanie z atmosfery.

Ten opis sytuacji pomiarowej, przedstawiony poniżej na rysunku, stanowi dość dokładne odzwierciedlenie rzeczywistych warunków. Do czynników nieuwzględnionych należą np. światło słoneczne rozpraszane w atmosferze lub promieniowanie nieużyteczne pochodzące z silnych źródeł znajdujących się poza obszarem obserwacji. Tego rodzaju zakłócenia są trudne do oszacowania. Na szczęście w większości przypadków są na tyle małe, że można je pominąć. Sytuacje pomiarowe, w których dodatkowe zakłócenia nie mogą zostać pominięte, są na ogół oczywiste, przynajmniej dla przeszkolonego operatora. W takim wypadku operator musi zmienić układ pomiarowy tak, aby uniknąć zakłóceń, np. zmieniając kierunek obserwacji, ekranując silne źródła promieniowania itp.

Zgodnie z powyższym opisem, korzystając z zamieszczonego poniżej rysunku, możemy wyprowadzić wzór na obliczanie temperatury obiektu na podstawie sygnału ze skalibrowanej kamery.



Rysunek 19.1 Ogólny schemat sytuacji w pomiarach termograficznych. 1: Otoczenie. 2: Obiekt. 3: Atmosfera. 4: Kamera.

Założmy, że odbierana moc promieniowania W pochodzącego z ciała czarnego o temperaturze T_{source} znajdującego się w niewielkiej odległości powoduje wygenerowanie w kamerze sygnału U_{source} , który jest proporcjonalny do mocy (kamera o charakterystyce liniowej). Możemy teraz zapisać (równanie 1):

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

lub, w zapisie uproszczonym:

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

gdzie C jest stałą.

Gdyby źródło było ciałem szarym o emitancji ϵ , odbierane promieniowanie byłoby równe odpowiednio ϵW_{source} .

Możemy teraz wypisać trzy składniki mocy promieniowania:

1. *Emisja z obiektu* = $\epsilon \tau W_{obj}$, gdzie ϵ jest emitancją obiektu, a τ jest transmitancją atmosfery. Temperatura obiektu wynosi T_{obj} .

2. *Emisja odbita ze źródeł w otoczeniu* $= (1 - \varepsilon)\tau W_{\text{refl}}$, gdzie $(1 - \varepsilon)$ jest odbijalnością obiektu. Temperatura źródeł w otoczeniu wynosi T_{refl} . Przyjęto, że temperatura T_{refl} jest taka sama dla wszystkich powierzchni emitujących promieniowanie znajdujących się w półkuli widzianej z punktu na powierzchni obiektu. Oczywiście czasami jest to uproszczenie rzeczywistej sytuacji. Uproszczenie to jest jednak niezbędne dla uzyskania przydatnego wzoru, a zmiennej T_{refl} można — przynajmniej teoretycznie — nadać wartość reprezentującą efektywną temperaturę złożonego otoczenia.

Należy także zwrócić uwagę, że przyjęliśmy, iż emitancja otoczenia $= 1$. Założenie takie jest poprawne zgodnie z prawem Kirchhoffa. Całe promieniowanie padające na powierzchnie w otoczeniu zostanie w końcu wchłonięte przez te same powierzchnie. A zatem emitancja $= 1$. (Należy zauważyć, że w tym ostatnim wyjaśnieniu rozpatrywaliśmy całą sferę otaczającą obiekt).

3. *Emisja z atmosfery* $= (1 - \tau)\tau W_{\text{atm}}$, gdzie $(1 - \tau)$ jest emitancją atmosfery. Temperatura atmosfery wynosi T_{atm} .

Możemy teraz zapisać całkowitą odbieraną moc promieniowania (równanie 2):

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

Każdy człon mnożymy przez stałą C z równania 1 i zastępujemy iloczyny CW odpowiednimi wartościami U , zgodnie z tym samym równaniem, uzyskując (równanie 3):

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

Rozwiązujemy równanie 3 ze względu na U_{obj} (równanie 4):

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

Jest to ogólny wzór pomiarowy używany we wszystkich urządzeniach termograficznych firmy FLIR Systems. We wzorze występują następujące napięcia:

Tabela 19.1 Napięcia

U_{obj}	Obliczone napięcie wyjściowe z kamery dla ciała czarnego o temperaturze T_{obj} tj. napięcie, które można bezpośrednio przekształcić w rzeczywistą temperaturę obiektu.
U_{tot}	Rzeczywiste zmierzone napięcie wyjściowe z kamery.
U_{refl}	Teoretyczne napięcie wyjściowe z kamery dla ciała czarnego o temperaturze T_{refl} zgodnie z kalibracją.
U_{atm}	Teoretyczne napięcie wyjściowe z kamery dla ciała czarnego o temperaturze T_{atm} zgodnie z kalibracją.

Operator musi podać szereg wartości parametrów niezbędnych do wykonania obliczeń:

- emitancję obiektu ε ,
- wilgotność względną,
- T_{atm}
- odległość obiektu (D_{obj}),
- (skuteczną) temperaturę otoczenia obiektu lub odbitą temperaturę otoczenia T_{refl} oraz
- temperaturę atmosfery T_{atm}

Konieczność podania tych parametrów może być czasami bardzo kłopotliwa dla operatora, ponieważ nie istnieją zwykle proste sposoby na dokładne określenie emitancji i transmitancji atmosfery w rzeczywistej sytuacji. Te dwie temperatury sprawiają na ogół mniej problemów, jeśli w otoczeniu nie ma dużych i silnych źródeł promieniowania.

W związku z tym pojawia się pytanie: Na ile ważna jest znajomość poprawnych wartości tych parametrów? W tym kontekście interesujące może być przeanalizowanie kilku różnych sytuacji pomiarowych i porównanie względnych wielkości trzech członów

promieniowania. Pozwoli to ocenić, które parametry mają największe znaczenie w poszczególnych sytuacjach.

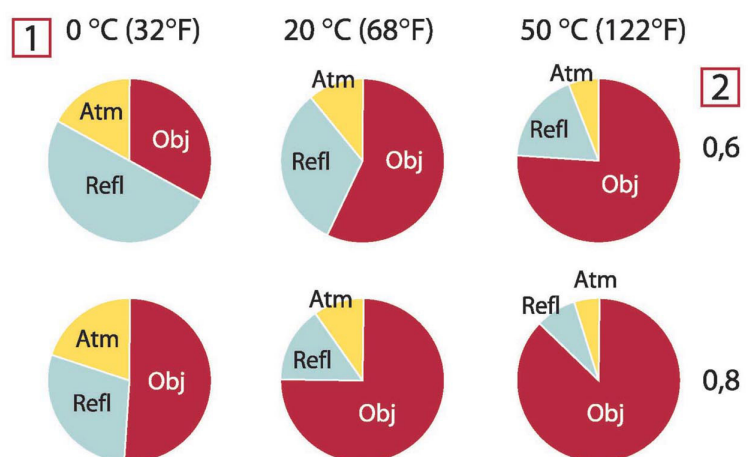
Poniższe liczby ilustrują względne wielkości trzech składników promieniowania dla trzech różnych temperatur obiektu, dwóch emitancji i dwóch zakresów widma: SW i LW. Pozostałe parametry mają następujące stałe wartości:

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

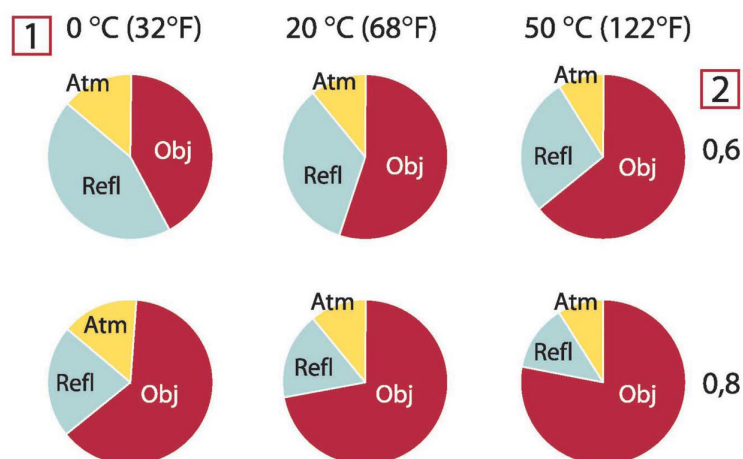
Pomiar niskich temperatur obiektu będzie oczywiście trudniejszy niż pomiar wysokich temperatur, gdyż „zakłócające” źródła promieniowania są względnie o wiele silniejsze w pierwszym przypadku. Przy niskiej emitancji obiektu sytuacja stanie się jeszcze trudniejsza.

Na koniec musimy odpowiedzieć na pytanie o dopuszczalność użycia krzywej kalibracji ponad najwyższym punktem kalibracji, czyli o dopuszczalność ekstrapolacji. Wyobraźmy sobie, że w określonej sytuacji zmierzone $U_{tot} = 4,5 \text{ V}$. Najwyższy punkt kalibracji dla kamery przypadał w pobliżu $4,1 \text{ V}$, na wartość nieznaną operatorowi. A zatem nawet jeśli obiekt byłby ciałem czarnym, tj. $U_{obj} = U_{tot}$, to i tak podczas zamiany wartości $4,5 \text{ V}$ na temperaturę faktycznie dokonujemy ekstrapolacji krzywej kalibracji.

Przyjmijmy teraz, że obiekt nie jest ciałem czarnym, a jego emitancja wynosi $0,75$, zaś transmitancja wynosi $0,92$. Zakładamy także, że drugi i trzeci człon równania 4 sumują się do $0,5 \text{ V}$. Obliczając U_{obj} z równania 4 otrzymujemy $U_{obj} = 4,5 / 0,75 / 0,92 - 0,5 = 6,0$. Jest to dość daleko idąca ekstrapolacja, zwłaszcza jeśli wziąć pod uwagę, że wzmacniacz sygnału wideo może ograniczać sygnał wyjściowy do 5 V . Należy jednak zauważyć, że zastosowanie krzywej kalibracji jest procedurą teoretyczną, która nie podlega ograniczeniom elektronicznym ani żadnym innym. Zakładamy, że jeśli sygnał w kamerze nie podlegałby ograniczeniom, a kamera byłaby skalibrowana daleko ponad wartość 5 V , uzyskana krzywa byłaby bardzo podobna do naszej rzeczywistej krzywej poddanej ekstrapolacji ponad wartość $4,1 \text{ V}$, o ile algorytm kalibracji bazowałby na fizycznym opisie zjawisk promieniowania, jak ma to miejsce w przypadku algorytmu firmy FLIR Systems. Oczywiście tego rodzaju ekstrapolacje muszą podlegać ograniczeniom.



Rysunek 19.2 Względne wielkości źródeł promieniowania w zmiennych warunkach pomiarowych (kamera SW). 1: Temperatura obiektu; 2: Emitancja; Obj: Promieniowanie obiektu; Refl: Pozorna temperatura odbita; Atm: Temperatura powietrza. Parametry stałe: $\tau = 0,88$; $T_{refl} = 20^{\circ}\text{C}$; $T_{atm} = 20^{\circ}\text{C}$.



Rysunek 19.3 Względne wielkości źródeł promieniowania w zmiennych warunkach pomiarowych (kamera LW). 1: Temperatura obiektu; 2: Emitancja; Obj: Promieniowanie obiektu; Refl: Pozorna temperatura odbita; Atm: Temperatura powietrza. Parametry stałe: $\tau = 0,88$; $T_{refl} = 20^{\circ}\text{C}$; $T_{atm} = 20^{\circ}\text{C}$.

W tym rozdziale przedstawiono zestawienie danych dotyczących emisyjności pochodzących z literatury przedmiotu oraz z pomiarów przeprowadzonych przez firmę FLIR Systems.

20.1 Bibliografia

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. Vleck, J.: *Determination of emissivity with imaging radiometers and some emissivities at $\lambda = 5 \mu\text{m}$* . Photogrammetric Engineering and Remote Sensing.
8. Kern: *Evaluation of infrared emission of clouds and ground as measured by weather satellites*, Defence Documentation Center, AD 617 417.
9. Öhman, Claes: *Emittansmätningar med AGEMA E-Box*. Teknisk rapport, AGEMA 1999. (Emittance measurements using AGEMA E-Box. Technical report, AGEMA 1999.)
10. Mattei, S., Tang-Kwor, E: *Emissivity measurements for Nextel Velvet coating 811-21 between -36°C AND 82°C* .
11. Lohrengel & Todtenhaupt (1996)
12. ITC Technical publication 32.
13. ITC Technical publication 29.
14. Schuster, Norbert and Kolobrodov, Valentin G. *Infrarotthermographie*. Berlin: Wiley-VCH, 2000.

Uwaga Wartości emisyjności przedstawione w poniższej tabeli zostały zarejestrowane za pomocą kamery krótkofalowej (SW). Są to jedynie wartości orientacyjne, które należy stosować z zachowaniem ostrożności.

20.2 Tabele

Tabela 20.1 T: widmo całkowite; SW: 2–5 μm ; LW: 8–14 μm , LLW: 6,5–20 μm ; 1: Materiał; 2: Opis; 3: Temp. ($^{\circ}\text{C}$); 4: Widmo; 5: Emisyjność; 6: Bibliografia

1	2	3	4	5	6
3M typ 35	Wyniowa taśma izolacyjna (kilka kolorów)	< 80	LW	$\approx 0,96$	13
3M typ 88	Czarna, winylowa taśma izolacyjna	< 105	LW	$\approx 0,96$	13
3M typ 88	Czarna, winylowa taśma izolacyjna	< 105	MW	< 0,96	13
3M typ Super 33+	Czarna, winylowa taśma izolacyjna	< 80	LW	$\approx 0,96$	13
Aluminium	anodyzowane, czarne, matowe	70	SW	0,67	9
Aluminium	anodyzowane, czarne, matowe	70	LW	0,95	9

Tabela 20.1 T: widmo całkowite; SW: 2–5 μm ; LW: 8–14 μm ; LLW: 6,5–20 μm ; 1: Materiał; 2: Opis; 3: Temp. ($^{\circ}\text{C}$); 4: Widmo; 5: Emisyjność; 6: Bibliografia (kontynuacja)

1	2	3	4	5	6
Aluminium	anodyzowane, jasnoszare, matowe	70	SW	0,61	9
Aluminium	anodyzowane, jasnoszare, matowe	70	LW	0,97	9
Aluminium	blacha anodyzowana	100	T	0,55	2
Aluminium	blacha nieobrobiona	100	T	0,09	2
Aluminium	blacha, 4 różne zarysowane próbki	70	SW	0,05-0,08	9
Aluminium	blacha, 4 różne zarysowane próbki	70	LW	0,03-0,06	9
Aluminium	chropowata powierzchnia	20-50	T	0,06-0,07	1
Aluminium	folia	27	10 μm	0,04	3
Aluminium	folia	27	3 μm	0,09	3
Aluminium	napawane próżniowo	20	T	0,04	2
Aluminium	obrobiona zgrubnie	27	10 μm	0,18	3
Aluminium	obrobiona zgrubnie	27	3 μm	0,28	3
Aluminium	odlew piaskowany	70	SW	0,47	9
Aluminium	odlew piaskowany	70	LW	0,46	9
Aluminium	polerowana blacha	100	T	0,05	2
Aluminium	polerowana płyta	100	T	0,05	4
Aluminium	polerowane	50–100	T	0,04-0,06	1
Aluminium	płyta nieobrobiona	100	T	0,09	4
Aluminium	płyta trawiona w HNO_3	100	T	0,05	4
Aluminium	silnie oksydowane	50-500	T	0,2-0,3	1
Aluminium	silnie utlenione	17	SW	0,83-0,94	5
Asfalt		4	LLW	0,967	8
Azbest	papier	40-400	T	0,93-0,95	1
Azbest	proszek		T	0,40-0,60	1
Azbest	płyta	20	T	0,96	1
Azbest	plytka podłogowa	35	SW	0,94	7
Azbest	tkanina		T	0,78	1
Azbest	łupek	20	T	0,96	1
Beton		20	T	0,92	2
Beton	płyta chodnikowa	5	LLW	0,974	8

Tabela 20.1 T: widmo całkowite; SW: 2–5 μm ; LW: 8–14 μm , LLW: 6,5–20 μm ; 1: Materiał; 2: Opis; 3: Temp. ($^{\circ}\text{C}$); 4: Widmo; 5: Emisyjność; 6: Bibliografia (kontynuacja)

1	2	3	4	5	6
Beton	suchy	36	SW	0,95	7
Beton	surowy	17	SW	0,97	5
Brąz	fosforobraz	70	SW	0,08	9
Brąz	fosforobraz	70	LW	0,06	9
Brąz	polerowane	50	T	0,1	1
Brąz	porowaty, gruboziarn.	50-150	T	0,55	1
Brąz	proszek		T	0,76-0,80	1
Brąz aluminiowy		20	T	0,60	1
Cegła	alumina	17	SW	0,68	5
Cegła	czerwona, chropowata	20	T	0,88-0,93	1
Cegła	czerwona, zwykła	20	T	0,93	2
Cegła	dynasówka krzemionkowa, nie-szklwiona, porowata	1000	T	0,80	1
Cegła	dynasówka krzemionkowa, ogniotrwała	1000	T	0,66	1
Cegła	dynasówka krzemionkowa, szklwiona, porowata	1100	T	0,85	1
Cegła	murarska	35	SW	0,94	7
Cegła	murarska, tynkowana	20	T	0,94	1
Cegła	ogniotrwała	17	SW	0,68	5
Cegła	ogniotrwała, korundowa	1000	T	0,46	1
Cegła	ogniotrwała, magnezytowa	1000-1300	T	0,38	1
Cegła	ogniotrwała, o dużej emisyjności	500-1000	T	0,8-0,9	1
Cegła	ogniotrwała, o małej emisyjności	500-1000	T	0,65-0,75	1
Cegła	silikatowa, 95% SiO_2	1230	T	0,66	1
Cegła	sylicjanowa, 33% SiO_2 , 64% Al_2O_3	1500	T	0,29	1
Cegła	szamotowa	1000	T	0,75	1
Cegła	szamotowa	1200	T	0,59	1
Cegła	szamotowa	20	T	0,85	1
Cegła	wodoodporna	17	SW	0,87	5
Cegła	zwykła	17	SW	0,86-0,81	5
Chrom	polerowane	50	T	0,10	1
Chrom	polerowane	500-1000	T	0,28-0,38	1
Chromonikiel	drut, czysty	50	T	0,65	1

Tabela 20.1 T: widmo całkowite; SW: 2–5 μm ; LW: 8–14 μm , LLW: 6,5–20 μm ; 1: Materiał; 2: Opis; 3: Temp. ($^{\circ}\text{C}$); 4: Widmo; 5: Emisyjność; 6: Bibliografia (kontynuacja)

1	2	3	4	5	6
Chromonikiel	drut, czysty	500-1000	T	0,71-0,79	1
Chromonikiel	drut, oksydowany	50-500	T	0,95-0,98	1
Chromonikiel	piaskowany	700	T	0,70	1
Chromonikiel	walcowany	700	T	0,25	1
Cyna	blacha żelazna cynowana	100	T	0,07	2
Cyna	polerowana	20-50	T	0,04-0,06	1
Cynk	blacha	50	T	0,20	1
Cynk	oksydowana powierzchnia	1000-1200	T	0,50-0,60	1
Cynk	oksydowany w temp. 400 $^{\circ}\text{C}$	400	T	0,11	1
Cynk	polerowane	200-300	T	0,04-0,05	1
Czerwony tlenek ołowiu		100	T	0,93	4
Czerwony tlenek ołowiu, proszek		100	T	0,93	1
Dachówka	szkliwiona	17	SW	0,94	5
Drewno		17	SW	0,98	5
Drewno		19	LLW	0,962	8
Drewno	białe, wilgotne	20	T	0,7-0,8	1
Drewno	sklejka, gładka, sucha	36	SW	0,82	7
Drewno	sklejka, nieobrobiona	20	SW	0,83	6
Drewno	sosna, 4 różne próbki	70	SW	0,67-0,75	9
Drewno	sosna, 4 różne próbki	70	LW	0,81-0,89	9
Drewno	tarcica	20	T	0,8-0,9	1
Drewno	tarcica dębowa	20	T	0,90	2
Drewno	tarcica dębowa	70	SW	0,77	9
Drewno	tarcica dębowa	70	LW	0,88	9
Drewno	ścier		T	0,5-0,7	1
Dwutlenek miedzi	proszek		T	0,84	1
Ebonit			T	0,89	1
Farba	8 różnych kolorów i jakości	70	SW	0,88-0,96	9
Farba	8 różnych kolorów i jakości	70	LW	0,92-0,94	9
Farba	Aluminium, różne daty położenia	50–100	T	0,27-0,67	1
Farba	na bazie tworzyw szt., biała	20	SW	0,84	6
Farba	na bazie tworzyw szt., czarna	20	SW	0,95	6
Farba	niebieska kobaltowa		T	0,7-0,8	1

Tabela 20.1 T: widmo całkowite; SW: 2–5 µm; LW: 8–14 µm, LLW: 6,5–20 µm; 1: Materiał; 2: Opis; 3: Temp. (°C); 4: Widmo; 5: Emisyjność; 6: Bibliografia (kontynuacja)

1	2	3	4	5	6
Farba	olejna	17	SW	0,87	5
Farba	olejna, czarna błyszcząca	20	SW	0,92	6
Farba	olejna, czarna matowa	20	SW	0,94	6
Farba	olejna, różne kolory	100	T	0,92-0,96	1
Farba	olejna, szara błyszcząca	20	SW	0,96	6
Farba	olejna, szara matowa	20	SW	0,97	6
Farba	olejna, średnia z 16 kolorów	100	T	0,94	2
Farba	zieleń chromowa		T	0,65-0,70	1
Farba	żółć kadmowa		T	0,28-0,33	1
Gips		20	T	0,8-0,9	1
Gleba	nasiąknięta wodą	20	T	0,95	2
Gleba	suchy	20	T	0,92	2
Gлина	wypalona	70	T	0,91	1
Granit	chropowaty, 4 różne próbki	70	SW	0,95-0,97	9
Granit	chropowaty, 4 różne próbki	70	LW	0,77-0,87	9
Granit	polerowane	20	LLW	0,849	8
Granit	surowy	21	LLW	0,879	8
Guma	miękka, szara, chropowata	20	T	0,95	1
Guma	twarda	20	T	0,95	1
Krylon Ultra-flat black 1602	Czarna matowa	Temperatura pokojowa do 175	LW	≈ 0,96	12
Krylon Ultra-flat black 1602	Czarna matowa	Temperatura pokojowa do 175	MW	≈ 0,97	12
Lakier	3 kolory rozpylone na aluminium	70	SW	0,50-0,53	9
Lakier	3 kolory rozpylone na aluminium	70	LW	0,92-0,94	9
Lakier	Aluminium na chropowatej powierzchni	20	T	0,4	1
Lakier	bakelit	80	T	0,83	1
Lakier	biały	100	T	0,92	2
Lakier	biały	40–100	T	0,8-0,95	1
Lakier	czarny, błyszczący, rozpylony na żelazie	20	T	0,87	1
Lakier	czarny, matowy	100	T	0,97	2
Lakier	czarny, mętny	40–100	T	0,96-0,98	1
Lakier	termoodporny	100	T	0,92	1

Tabela 20.1 T: widmo całkowite; SW: 2–5 μm ; LW: 8–14 μm ; LLW: 6,5–20 μm ; 1: Materiał; 2: Opis; 3: Temp. ($^{\circ}\text{C}$); 4: Widmo; 5: Emisyjność; 6: Bibliografia (kontynuacja)

1	2	3	4	5	6
Lód: Zobacz woda					
Magnez		22	T	0,07	4
Magnez		260	T	0,13	4
Magnez		538	T	0,18	4
Magnez	polerowane	20	T	0,07	2
Magnez, proszek			T	0,86	1
Miedź	czysta, starannie przygotowana powierzchnia	22	T	0,008	4
Miedź	elektrolityczna, dokładnie wypolerowana	80	T	0,018	1
Miedź	elektrolityczna, wypolerowana	-34	T	0,006	4
Miedź	handlowa, polerowana z polyskiem	20	T	0,07	1
Miedź	oksydowana do ściemnienia		T	0,88	1
Miedź	oksydowana, czarna	27	T	0,78	4
Miedź	oksydowany	50	T	0,6-0,7	1
Miedź	podrapana	27	T	0,07	4
Miedź	polerowana mechanicznie	22	T	0,015	4
Miedź	polerowane	50–100	T	0,02	1
Miedź	polerowane	100	T	0,03	2
Miedź	silnie oksydowana	20	T	0,78	2
Miedź	stopiona	1100-1300	T	0,13-0,15	1
Miedź	wypolerowana, handlowa	27	T	0,03	4
Molibden		1500-2200	T	0,19-0,26	1
Molibden		600-1000	T	0,08-0,13	1
Molibden	włókno	700-2500	T	0,1-0,3	1
Mosiądz	blacha szmerglowana	20	T	0,2	1
Mosiądz	blacha zrolowana	20	T	0,06	1
Mosiądz	matowany	20-350	T	0,22	1
Mosiądz	mocno wypolerowany	100	T	0,03	2
Mosiądz	oksydowany	100	T	0,61	2
Mosiądz	oksydowany	70	SW	0,04-0,09	9
Mosiądz	oksydowany	70	LW	0,03-0,07	9
Mosiądz	oksydowany w temp. 600 $^{\circ}\text{C}$	200-600	T	0,59-0,61	1
Mosiądz	polerowane	200	T	0,03	1

Tabela 20.1 T: widmo całkowite; SW: 2–5 µm; LW: 8–14 µm, LLW: 6,5–20 µm; 1: Materiał; 2: Opis; 3: Temp. (°C); 4: Widmo; 5: Emisyjność; 6: Bibliografia (kontynuacja)

1	2	3	4	5	6
Mosiądz	szmerglowany szmerglem o ziarn. 80	20	T	0,20	2
Nextel Velvet 811-21 Black	Czarna matowa	-60-150	LW	> 0,97	10 i 11
Nikiel	drut	200-1000	T	0,1-0,2	1
Nikiel	handlowy czysty, wypolerowany	100	T	0,045	1
Nikiel	handlowy czysty, wypolerowany	200-400	T	0,07-0,09	1
Nikiel	jasny, matowany	122	T	0,041	4
Nikiel	obrobione elektrolitycznie	22	T	0,04	4
Nikiel	obrobione elektrolitycznie	260	T	0,07	4
Nikiel	obrobione elektrolitycznie	38	T	0,06	4
Nikiel	obrobione elektrolitycznie	538	T	0,10	4
Nikiel	oksydowany	1227	T	0,85	4
Nikiel	oksydowany	200	T	0,37	2
Nikiel	oksydowany	227	T	0,37	4
Nikiel	oksydowany w temp. 600°C	200-600	T	0,37-0,48	1
Nikiel	polerowane	122	T	0,045	4
Nikiel	powłoka galwaniczna na żelazie, niewypolerowana	20	T	0,11-0,40	1
Nikiel	powłoka galwaniczna na żelazie, niewypolerowana	22	T	0,11	4
Nikiel	powłoka galwaniczna na żelazie, wypolerowana	22	T	0,045	4
Nikiel	powłoka galwaniczna, wypolerowana	20	T	0,05	2
Olej smarny	gruba warstwa	20	T	0,82	2
Olej smarny	warstwa 0,025 mm	20	T	0,27	2
Olej smarny	warstwa 0,050 mm	20	T	0,46	2
Olej smarny	warstwa 0,125 mm	20	T	0,72	2
Olej smarny	warstwa na podłożu Ni: tylko podłoże Ni	20	T	0,05	2
Ołów	błyszczący	250	T	0,08	1
Ołów	nieoksydowany, wypolerowany	100	T	0,05	4
Ołów	oksydowany w temp. 200°C	200	T	0,63	1

Tabela 20.1 T: widmo całkowite; SW: 2–5 μm ; LW: 8–14 μm ; LLW: 6,5–20 μm ; 1: Materiał; 2: Opis; 3: Temp. ($^{\circ}\text{C}$); 4: Widmo; 5: Emisyjność; 6: Bibliografia (kontynuacja)

1	2	3	4	5	6
Ółów	oksydowany, szary	20	T	0,28	1
Ółów	oksydowany, szary	22	T	0,28	4
Papier	4 różne kolory	70	SW	0,68-0,74	9
Papier	4 różne kolory	70	LW	0,92-0,94	9
Papier	biały	20	T	0,7-0,9	1
Papier	biały czerpany	20	T	0,93	2
Papier	biały, 3 różne gładkości	70	SW	0,76-0,78	9
Papier	biały, 3 różne gładkości	70	LW	0,88-0,90	9
Papier	ciemnoniebieski		T	0,84	1
Papier	czarne		T	0,90	1
Papier	czarny, mętny		T	0,94	1
Papier	czarny, mętny	70	SW	0,86	9
Papier	czarny, mętny	70	LW	0,89	9
Papier	czerwony		T	0,76	1
Papier	powlekany czarnym lakierem		T	0,93	1
Papier	zielony		T	0,85	1
Papier	żółty		T	0,72	1
Piasek			T	0,60	1
Piasek		20	T	0,90	2
Piaskowiec	polerowane	19	LLW	0,909	8
Piaskowiec	surowy	19	LLW	0,935	8
Platyna		100	T	0,05	4
Platyna		1000-1500	T	0,14-0,18	1
Platyna		1094	T	0,18	4
Platyna		17	T	0,016	4
Platyna		22	T	0,03	4
Platyna		260	T	0,06	4
Platyna		538	T	0,10	4
Platyna	czysta, wypolerowana	200-600	T	0,05-0,10	1
Platyna	druk	1400	T	0,18	1
Platyna	druk	50-200	T	0,06-0,07	1
Platyna	druk	500-1000	T	0,10-0,16	1
Platyna	taśma	900-1100	T	0,12-0,17	1
Pokost	matowy	20	SW	0,93	6
Pokost	na dębowym parkiecie	70	SW	0,90	9
Pokost	na dębowym parkiecie	70	LW	0,90-0,93	9
Porcelana	biała, błyszcząca		T	0,70-0,75	1

Tabela 20.1 T: widmo całkowite; SW: 2–5 µm; LW: 8–14 µm, LLW: 6,5–20 µm; 1: Materiał; 2: Opis; 3: Temp. (°C); 4: Widmo; 5: Emisyjność; 6: Bibliografia (kontynuacja)

1	2	3	4	5	6
Porcelana	szkliwiona	20	T	0,92	1
Płyta pilśniowa	masonit	70	SW	0,75	9
Płyta pilśniowa	masonit	70	LW	0,88	9
Płyta pilśniowa	porowata, nieobrobiona	20	SW	0,85	6
Płyta pilśniowa	płyta wiórowa	70	SW	0,77	9
Płyta pilśniowa	płyta wiórowa	70	LW	0,89	9
Płyta pilśniowa	twarda, nieobrobiona	20	SW	0,85	6
Płyta wiórowa	nieobrobiona	20	SW	0,90	6
Skóra	garbowana		T	0,75-0,80	1
Skóra	ludzka	32	T	0,98	2
Smola			T	0,79-0,84	1
Smola	papier	20	T	0,91-0,93	1
Srebro	czysta, wypolerowana	200-600	T	0,02-0,03	1
Srebro	polerowane	100	T	0,03	2
Stal nierdzewna	nieobrobiona blacha, lekko porysowana	70	SW	0,30	9
Stal nierdzewna	nieobrobiona blacha, lekko porysowana	70	LW	0,28	9
Stal nierdzewna	piaskowany	700	T	0,70	1
Stal nierdzewna	stop, 8% Ni, 18% Cr	500	T	0,35	1
Stal nierdzewna	typ 18-8, oksydowana w temp. 800°C	60	T	0,85	2
Stal nierdzewna	typ 18-8, polerowana	20	T	0,16	2
Stal nierdzewna	walcowany	700	T	0,45	1
Stal nierdzewna	wypolerowana blacha	70	SW	0,18	9
Stal nierdzewna	wypolerowana blacha	70	LW	0,14	9
Styropian	izolacja	37	SW	0,60	7
Sukno	czarne	20	T	0,98	1
Szkliwo		20	T	0,9	1
Szkliwo	lakier	20	T	0,85-0,95	1
Szmergiel	gruboziarnisty	80	T	0,85	1
Szyba (szkło float)	niepowlekane	20	LW	0,97	14
Tapeta	delikatny wzór, czerwona	20	SW	0,90	6
Tapeta	delikatny wzór, jasnoszara	20	SW	0,85	6
Tlenek glinu	aktywowany, proszek		T	0,46	1

Tabela 20.1 T: widmo całkowite; SW: 2–5 µm; LW: 8–14 µm, LLW: 6,5–20 µm; 1: Materiał; 2: Opis; 3: Temp. (°C); 4: Widmo; 5: Emisyjność; 6: Bibliografia (kontynuacja)

1	2	3	4	5	6
Tlenek glinu	czysty, proszek (tlenek glinowy)		T	0,16	1
Tlenek miedzi	czerwony, proszek		T	0,70	1
Tlenek niklu		1000-1250	T	0,75-0,86	1
Tlenek niklu		500-650	T	0,52-0,59	1
Tworzywo sztuczne	laminat z włókna szklanego (płytką drukowaną)	70	SW	0,94	9
Tworzywo sztuczne	laminat z włókna szklanego (płytką drukowaną)	70	LW	0,91	9
Tworzywo sztuczne	PCW, płyta podłogowa, matowa, ze wzorem	70	SW	0,94	9
Tworzywo sztuczne	PCW, płyta podłogowa, matowa, ze wzorem	70	LW	0,93	9
Tworzywo sztuczne	poliuretanowa płyta izolacyjna	70	LW	0,55	9
Tworzywo sztuczne	poliuretanowa płyta izolacyjna	70	SW	0,29	9
Tynk		17	SW	0,86	5
Tynk	tynk suchy, nieobrobiony	20	SW	0,90	6
Tynk	zgrubne pokrycie	20	T	0,91	2
Tynk sztukatorski	chropowaty, wapienny	10-90	T	0,91	1
Tytan	oksydowany w temp. 540°C	1000	T	0,60	1
Tytan	oksydowany w temp. 540°C	200	T	0,40	1
Tytan	oksydowany w temp. 540°C	500	T	0,50	1
Tytan	polerowane	1000	T	0,36	1
Tytan	polerowane	200	T	0,15	1
Tytan	polerowane	500	T	0,20	1
Wapno			T	0,3-0,4	1
Woda	destylowana	20	T	0,96	2
Woda	kryształki szronu	-10	T	0,98	2
Woda	lód, gładki	-10	T	0,96	2
Woda	lód, gładki	0	T	0,97	1
Woda	lód, silnie oszroniony	0	T	0,98	1
Woda	warstwa o grubości >0,1 mm	0–100	T	0,95-0,98	1
Woda	śnieg		T	0,8	1
Woda	śnieg	-10	T	0,85	2

Tabela 20.1 T: widmo całkowite; SW: 2–5 μm ; LW: 8–14 μm ; LLW: 6,5–20 μm ; 1: Materiał; 2: Opis; 3: Temp. ($^{\circ}\text{C}$); 4: Widmo; 5: Emisyjność; 6: Bibliografia (kontynuacja)

1	2	3	4	5	6
Wodorotlenek glinu	proszek		T	0,28	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	włókno	3300	T	0,39	1
Węgiel	czerni lampowa	20-400	T	0,95-0,97	1
Węgiel	grafit, powierzchnia spłiwana	20	T	0,98	2
Węgiel	proszek grafitowy		T	0,97	1
Węgiel	proszek z węgla drzewnego		T	0,96	1
Węgiel	sadza świecowa	20	T	0,95	2
Zaprawa murarska		17	SW	0,87	5
Zaprawa murarska	suchy	36	SW	0,94	7
Złoto	mocno wypolerowany	100	T	0,02	2
Złoto	polerowane	130	T	0,018	1
Złoto	starannie wypolerowane	200-600	T	0,02-0,03	1
Śnieg: Zobacz woda					
Żelazo galwanizowane	blacha	92	T	0,07	4
Żelazo galwanizowane	blacha oksydowana	20	T	0,28	1
Żelazo galwanizowane	blacha polerowana	30	T	0,23	1
Żelazo galwanizowane	silnie oksydowane	70	SW	0,64	9
Żelazo galwanizowane	silnie oksydowane	70	LW	0,85	9
Żelazo i stal	blacha gruntowana	950-1100	T	0,55-0,61	1
Żelazo i stal	blacha zrolowana	50	T	0,56	1
Żelazo i stal	błyszcząca warstwa oksydowana, blacha	20	T	0,82	1
Żelazo i stal	błyszczące, trawione	150	T	0,16	1
Żelazo i stal	elektrolityczna, dokładnie wypolerowana	175-225	T	0,05-0,06	1
Żelazo i stal	mocno zardzewiała blacha	20	T	0,69	2
Żelazo i stal	mocno zardzewiałe	17	SW	0,96	5

Tabela 20.1 T: widmo całkowite; SW: 2–5 μm ; LW: 8–14 μm ; LLW: 6,5–20 μm ; 1: Materiał; 2: Opis; 3: Temp. ($^{\circ}\text{C}$); 4: Widmo; 5: Emisyjność; 6: Bibliografia (kontynuacja)

1	2	3	4	5	6
Żelazo i stal	obrobione elektrolitycznie	100	T	0,05	4
Żelazo i stal	obrobione elektrolitycznie	22	T	0,05	4
Żelazo i stal	obrobione elektrolitycznie	260	T	0,07	4
Żelazo i stal	oksydowany	100	T	0,74	4
Żelazo i stal	oksydowany	100	T	0,74	1
Żelazo i stal	oksydowany	1227	T	0,89	4
Żelazo i stal	oksydowany	125-525	T	0,78-0,82	1
Żelazo i stal	oksydowany	200	T	0,79	2
Żelazo i stal	oksydowany	200-600	T	0,80	1
Żelazo i stal	polerowane	100	T	0,07	2
Żelazo i stal	polerowane	400-1000	T	0,14-0,38	1
Żelazo i stal	silnie oksydowane	50	T	0,88	1
Żelazo i stal	silnie oksydowane	500	T	0,98	1
Żelazo i stal	surowa płaska powierzchnia	50	T	0,95-0,98	1
Żelazo i stal	walcowane na gorąco	130	T	0,60	1
Żelazo i stal	walcowane na gorąco	20	T	0,77	1
Żelazo i stal	walcowane na zimno	70	SW	0,20	9
Żelazo i stal	walcowane na zimno	70	LW	0,09	9
Żelazo i stal	wypolerowana blacha	750-1050	T	0,52-0,56	1
Żelazo i stal	zardzewiała blacha	22	T	0,69	4
Żelazo i stal	zardzewiałe	20	T	0,61-0,85	1
Żelazo i stal	zardzewiałe	20	T	0,69	1
Żelazo i stal	zgrzewane, dokładnie wypolerowane	40-250	T	0,28	1
Żelazo i stal	świeżo szmerglowane	20	T	0,24	1
Żelazo i stal	świeżo walcowane	20	T	0,24	1
Żelazo ocynowane	blacha	24	T	0,064	4
Żelazo, odlewane	ciekle	1300	T	0,28	1
Żelazo, odlewane	nieobrobione	900-1100	T	0,87-0,95	1
Żelazo, odlewane	obrobione	800-1000	T	0,60-0,70	1
Żelazo, odlewane	odlewane	50	T	0,81	1
Żelazo, odlewane	oksydowany	100	T	0,64	2

Tabela 20.1 T: widmo całkowite; SW: 2–5 μm ; LW: 8–14 μm , LLW: 6,5–20 μm ; 1: Materiał; 2: Opis; 3: Temp. ($^{\circ}\text{C}$); 4: Widmo; 5: Emisyjność; 6: Bibliografia (kontynuacja)

1	2	3	4	5	6
Żelazo, odlewane	oksydowany	260	T	0,66	4
Żelazo, odlewane	oksydowany	38	T	0,63	4
Żelazo, odlewane	oksydowany	538	T	0,76	4
Żelazo, odlewane	oksydowany w temp. 600 $^{\circ}\text{C}$	200-600	T	0,64-0,78	1
Żelazo, odlewane	polerowane	200	T	0,21	1
Żelazo, odlewane	polerowane	38	T	0,21	4
Żelazo, odlewane	polerowane	40	T	0,21	2
Żelazo, odlewane	sztaby	1000	T	0,95	1
Żużel	kotłowy	0–100	T	0,97-0,93	1
Żużel	kotłowy	1400-1800	T	0,69-0,67	1
Żużel	kotłowy	200-500	T	0,89-0,78	1
Żużel	kotłowy	600-1200	T	0,76-0,70	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)

T501109.xml; pl-PL; AN; 42297; 2017-04-27
T505552.xml; pl-PL; 9599; 2013-11-05
T505469.xml; pl-PL; 39689; 2017-01-25
T505013.xml; pl-PL; 39689; 2017-01-25
T505799.xml; pl-PL; 39839; 2017-01-30
T505800.xml; pl-PL; 39839; 2017-01-30
T505801.xml; pl-PL; 40414; 2017-02-16
T505816.xml; pl-PL; AH; 41827; 2017-03-31
T505470.xml; pl-PL; 39513; 2017-01-18
T505012.xml; pl-PL; 41563; 2017-03-23
T505007.xml; pl-PL; 39512; 2017-01-18
T506125.xml; pl-PL; 40753; 2017-03-02
T505000.xml; pl-PL; 39687; 2017-01-25
T506051.xml; pl-PL; 40460; 2017-02-20
T505005.xml; pl-PL; 41563; 2017-03-23
T505001.xml; pl-PL; 41563; 2017-03-23
T505006.xml; pl-PL; 41563; 2017-03-23
T505002.xml; pl-PL; 39512; 2017-01-18



Website

<http://www.flir.com>

Customer support

<http://support.flir.com>

Copyright

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

Disclaimer

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

Publ. No.: T559918
Release: AN
Commit: 42297
Head: 42303
Language: pl-PL
Modified: 2017-04-27
Formatted: 2017-04-27