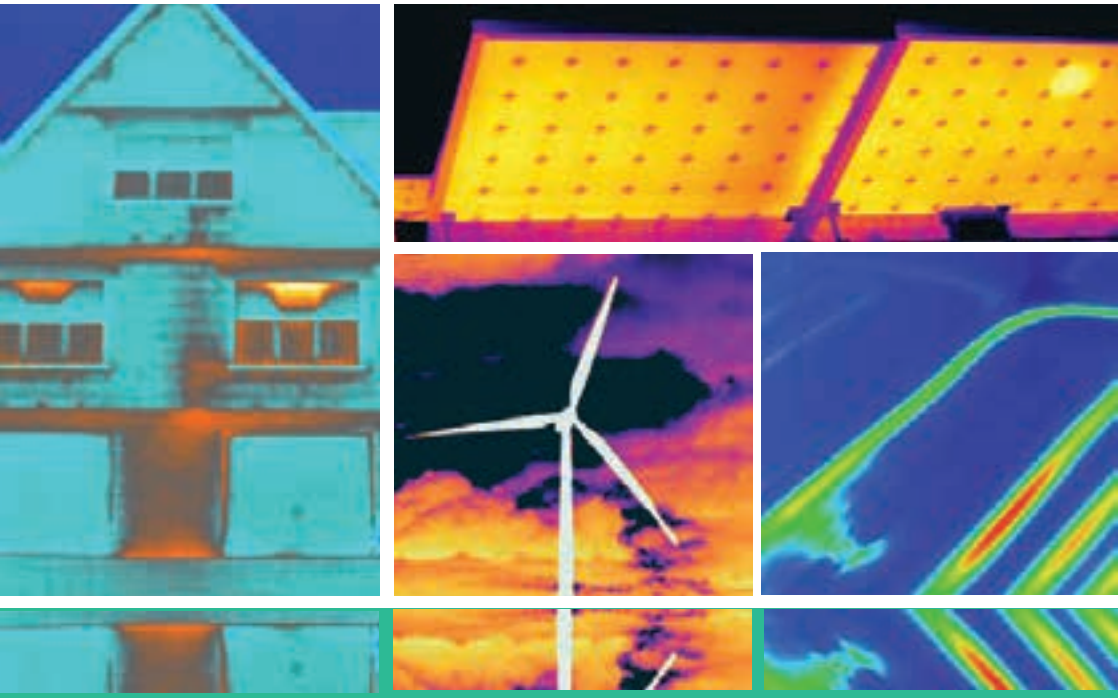


ZASTOSOWANIA TERMOWIZJI W BUDOWNICTWIE I ODNAWIALNYCH ŹRÓDŁACH ENERGII - WSKAZÓWKI

Przewodnik wykorzystania kamer termowizyjnych
do przeglądów budynków, paneli słonecznych i turbin wiatrowych

Spis treści

1.	**Kamera termowizyjna - jak to działa?**	8
2.	**Dlaczego warto korzystać z termowizji?**	10
3.	**Zobrazowanie w podczerwieni w budownictwie**	14
4.	**Fizyka temperatur w zastosowaniach budowlanych**	26
5.	**Kamery termowizyjne do przeglądów paneli słonecznych**	32
6.	**Przeglądy turbin wiatrowych przy pomocy kamer termowizyjnych**	44
7.	**Wybór właściwego dostawcy kamery termowizyjnej**	48
8	**Jak znaleźć najlepsze rozwiązanie**	50
9	**Jak prowadzić przeglądy w podczerwieni**	62

Niniejsza broszura została wydana w ścisłej współpracy z Infrared Training Centre (ITC).
Wszystkie obrazy zamieszczono jedynie w charakterze ilustracji.

DANE TECHNICZNE MOGĄ ULEC ZMIANIE BEZ OSTRZEŻENIA
© Copyright 2011, FLIR Systems AB. Wszystkie pozostałe marki i nazwy wyrobów są znakami handlowymi poszczególnych właścicieli.

Wprowadzenie

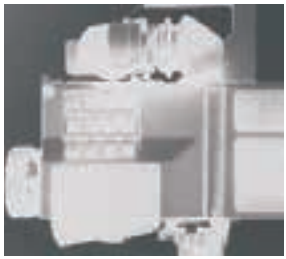
Pierwsza cywilna kamera termowizyjna, przeznaczona do przeglądów linii wysokiego napięcia została sprzedana w 1965 roku przez przedsiębiorstwo, które później stało się firmą FLIR Systems.

Od tego czasu technika zobrazowania w podczerwieni uległa ewolucji. Kamery termowizyjne zmniejszyły się do kompaktowych rozmiarów i przypominają kamery wideo lub aparaty cyfrowe. Są proste w obsłudze i dają ostre obrazy o wysokiej rozdzielczości

Przemysł budowlany należy do tych sektorów, które nagle odkryły, że termowizja może dostarczyć użytecznych informacji, w praktyce nie do zdobycia innymi metodami. Kamery termowizyjne, z egzotycznej technologii stały się szeroko rozpowszechnionym narzędziem wykorzystywanym na całym świecie przez licznych specjalistów budowlanych.

Kamera termowizyjna jest wyjątkowym narzędziem, które tworzy mapę strat energii uciekającej z budynku. Jest to metoda szybka a obrazy w podczerwieni stanowią precyzyjne i przekonujące argumenty.

Wykorzystanie kamery termowizyjnej, czy to jako samodzielne narzędzie, czy też w połączeniu z innymi metodami, jak na przykład "drzwi ciśnieniowe", znacznie przyśpieszają pracę. Zobrazowanie w podczerwieni precyzyjnie wskazuje miejsca w których występują straty energii, bez używania którejś z niszczących metod badawczych.



Kamery termowizyjne przeszły w ciągu ostatnich 50 lat poważną ewolucję. FLIR Systems zawsze był pionierem w zobrazowaniu w podczerwieni i kierował na rynek najnowocześniejsze kamery termowizyjne.

Kamera termowizyjna jest niezawodnym, bezkontaktowym przyrządem mogącym szybko i precyzyjnie skanować i wizualizować rozkład temperatur na całej powierzchni. Przeglądy termowizyjne umożliwiły znaczne oszczędności na całym świecie.

Wykorzystanie zobrazowania w podczerwieni w przemyśle budowlanym
Począwszy od lat 70. narasta świadomość, że zasoby energii są cenne i ograniczone.

Sektor budowlany jest odpowiedzialny za 40% zapotrzebowania na energię w Unii Europejskiej i ma największy potencjał w dziedzinie efektywnego wykorzystania energii. Z powodu tego potencjału Komisja Europejska stworzyła dyrektywę dotyczącą parametrów energetycznych budynków na których bazuje już wiele uregulowań krajowych.
Wprowadzenie obowiązkowych świadectw charakterystyki energetycznej dla nowych i modernizowanych budynków w wielu krajach Unii wywarło wpływ na tysiące przedsiębiorstw.

To, oraz oferowane w licznych państwach zachęty ekonomiczne, może wywołać popyt na badania szczelności i inne metody weryfikacji wydajności energetycznej.

W dłuższej perspektywie, można się spodziewać zaostrzenia norm europejskich dotyczących oszczędności energii w budynkach. Zmiany te będą miały poważny wpływ na pracę wielu specjalistów z sektora budowlanego.

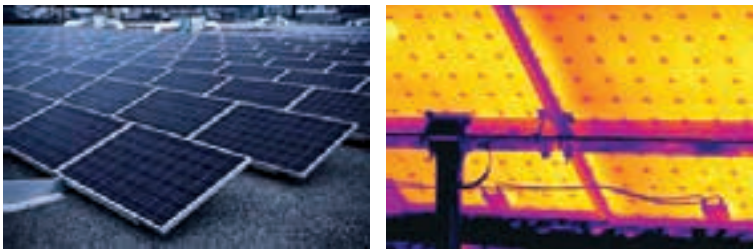
Nowoczesne kamery termowizyjne są małe, lekkie i proste w użyciu..

Energia odnawialna

Fakt, że tradycyjne źródła energii, takie jak węgiel, gaz, czy ropa naftowa wyczerpują się, powoduje wzrost cen. Co więcej, coraz powszechniejsza jest świadomość, że nie możemy dalej zanieczyszczać naszej planety używając paliw kopalnych.

Energia słoneczna

Panele słoneczne mogą zamieniać energię słoneczną na elektryczną. A także w szeleszczącą gotówkę. Jednak, aby przez dziesiątki lat utrzymać jak największą wydajność i duże zyski, niezbędna jest wysoka jakość urządzeń. Panel słoneczny, najważniejsza część systemu elektrowni słonecznej, musi być niezawodny i przez długie lata wytwarzać energię elektryczną. Kamery termowizyjne mogą odegrać ważną rolę w zapewnieniu właściwej jakości pracy panelu słonecznego przez cały okres jego eksploatacji.

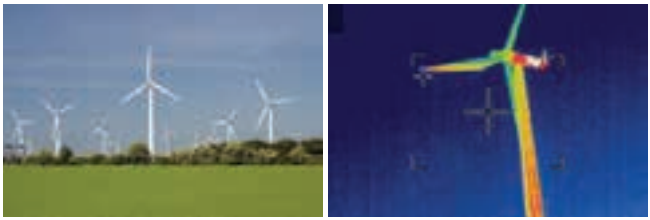


Wykorzystanie kamer termowizyjnych do przeglądów paneli słonecznych ma kilka zalet . Na ostrym obrazie w podczerwieni wyraźnie widoczne są anomalie. W przeciwieństwie do innych metod kamer termowizyjnych można używać w czasie normalnego działania paneli słonecznych

W miarę kurczenia się zapasów paliw kopalnych, ceny węgla i gazu biją nowe rekordy. Wielu ludzi upatruje więc w słońcu źródła energii odnawialnej . Jednak panele słoneczne są podatne na awarie. Fachowcy od instalacji budowlanych na całym świecie używają kamer termowizyjnych do przeglądów paneli słonecznych zainstalowanych na dachach w tzw. parkach solarnych.

Wiatr

Innym źródłem energii odnawialnej jest wiatr. Na całym świecie turbiny wiatrowe są coraz bardziej popularnym sposobem wytwarzania energii elektrycznej. Na lądzie i na wodzie zainstalowano już całe parki wiatrowe. Turbina wiatrowa składa się z elementów mechanicznych i elektrycznych, które można łatwo sprawdzić z wykorzystaniem kamery termowizyjnej. Odpowiednie przeglądy eksploatacyjne wszystkich części turbiny dają pewność, że będzie ona wytwarzać energię jeszcze przez wiele lat.



Obraz turbiny wiatrowej w podczerwieni zarejestrowany z poziomu gruntu.

Niniejsza broszura stanowi dość szczegółowy przewodnik po prewencyjnych przeglądach budynków, paneli słonecznych i turbin wiatrowych. Przy prowadzeniu przeglądów w podczerwieni należy poświęcić uwagę wielu szczegółom. Poza znajomością zasady działania kamery termowizyjnej i sposobu rejestracji obrazów, trzeba znać prawa fizyki rządzące rozkładem temperatur rejestrowanych w budynkach, panelach słonecznych, turbinach wiatrowych oraz ich konstrukcję. Wszystko to należy wziąć pod uwagę, by właściwie interpretować obrazy w podczerwieni.
Niestety, w tej broszurce nie da się uwzględnić wszystkich zasad, koncepcji i zastosowań systemów termowizyjnych do analizy tego typu urządzeń. Właśnie dlatego FLIR Systems wraz z Infrared Training Centre (ITC) oferują specjalne szkolenia w zakresie przeglądów budynków i instalacji budowlanych.

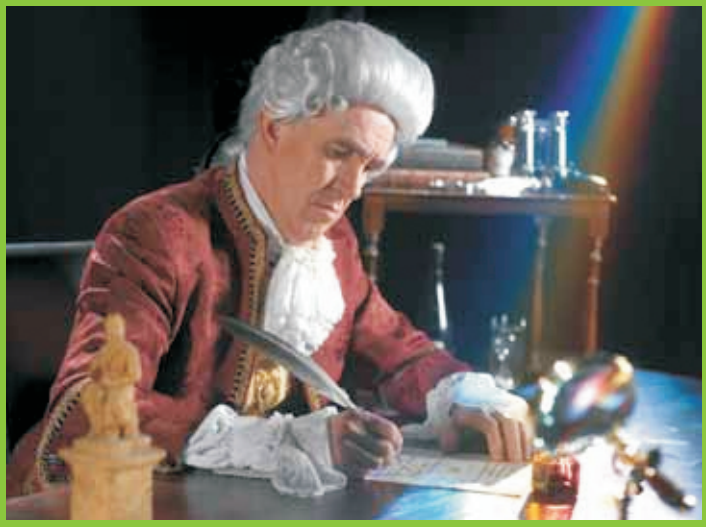
Niniejsza broszura obejmuje:

- zastosowania termowizji
- sposób działania kamery termowizyjnej i rzeczy, które należy wziąć pod uwagę przy jej zakupie
- liczne porady jak prowadzić przeglądy w podczerwieni.

1

Kamera termowizyjna - jak to działa?

Kamera termowizyjna rejestruje intensywność promieniowania w podczerwonej części widma elektromagnetycznego i zamienia je na obraz widzialny.



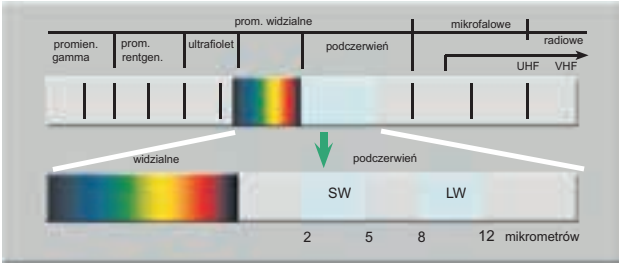
Podczerwień odkrył sir William Herschel w 1800 r.

Czym jest podczerwień?
Nasze oczy są jak detektory przeznaczone do wykrywania promieniowania elektromagnetycznego w zakresie widmowym światła widzialnego. Pozostałe postaci promieniowania elektromagnetycznego są niewidzialne dla oka ludzkiego.

Istnienie podczerwieni zostało odkryte w roku 1800 przez astronoma sir Fredericka Williama Herschela. Badając różnice temperatur między światłem o różnej barwie, przepuścił on światło słoneczne przez pryzmat, by otrzymać widmo, po czym zmierzył temperaturę każdego koloru. Odkrył , że temperatura barw wzrastała od fioletowej do czerwonej części widma.

Po zauważeniu tej zależności Herschel postanowił zmierzyć temperaturę tuż za czerwoną częścią widma, w miejscu, gdzie światło słoneczne nie było już widoczne. Ku swemu zaskoczeniu dostrzegł, że temperatura w tym rejonie jest najwyższa ze wszystkich.

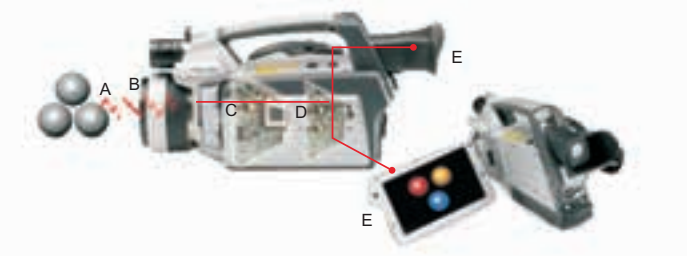
Promieniowanie podczerwone leży między widzialną a niewidzialną częścią widma elektromagnetycznego. Źródłem promieniowania podczerwonego jest ciepło, dlatego promieniowanie to nazywa się też promieniowaniem cieplnym. Każde ciało o temperaturze wyższej od zera bezwzględnego (-273.15 stopni Celsiusza lub 0 stopni Kelvina) emituje promieniowanie w zakresie podczerwonym. Nawet ciała, które wydają się nam bardzo zimne, takie jak kostki lodu, emitują promieniowanie podczerwone.



Działania promieniowania podczerwonego doświadczamy na co dzień. Ciepło, które czujemy od słońca, ognia czy kaloryfera jest podczerwienią. Choć nie widzą go nasze oczy, jednak reagują na nie nerwy naszej skóry. Im cieplejsze jest ciało, tym więcej promieniowania podczerwonego emituje.

Kamera termowizyjna

Promieniowanie podczerwone (A) pochodzące z ciała jest skupiane przez optykę (B) na detektorze podczerwonym (C). Detektor przesyła informacje do elektroniki (D) w celu przetworzenia sygnału. Elektronika przetwarza dane z detektora na obraz (E) który można oglądać w okularze, na standardowym monitorze wideo lub na ekranie LCD.



Termografia w podczerwieni jest sztuką zamiany obrazu w podczerwieni na obraz radiometryczny, umożliwiający odczytanie temperatur. Każdy piksel w obrazie radiometrycznym jest w istocie odczytem wartości temperatury. Aby to umożliwić w kamerze zastosowano bardzo złożone algorytmy. Właśnie dlatego kamera termowizyjna jest idealnym narzędziem do zastosowań przemysłowych.

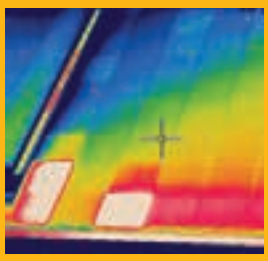
2

Dlaczego warto korzystać z termowizji?

Kamery termowizyjne do zastosowań w budownictwie to potężne, nieinwazyjne narzędzia do monitorowania i diagnozowania stanu budynków, paneli słonecznych i turbin wiatrowych. Z pomocą kamery termowizyjnej możesz wcześnie zidentyfikować problem, umożliwiając jego udokumentowanie i skorygowane zanim stanie się poważniejszy i kosztowniejszy do usunięcia.

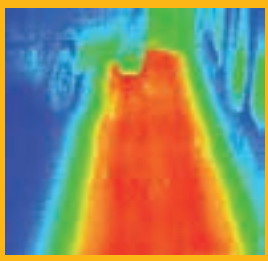
Kamery termowizyjne FLIR:

- Równie proste w obsłudze co kamera wideo czy aparat cyfrowy
- Dają pełen obraz sytuacji
- Identyfikują i lokalizują problem
- Mierzą temperatury
- Zapisują informacje
- Precyzyjnie wskazują, co należy naprawić
- Pomogą ci znaleźć błędy, zanim pojawią się poważne problemy
- Oszczędzają twój cenny czas i pieniądze



Defekty w ogniwach fotowoltaicznych

Przegląd okien w podczerwieni



Podgrzewana nawierzchnia. Działa tylko jej część.

FLIR Systems oferuje szeroki wybór kamer termowizyjnych do przeglądów w budownictwie. Niezależnie od tego, czy używasz kamery do przeglądów w dużych budynkach, czy indywidualnych domach, FLIR Systems ma dla ciebie odpowiednią kamerę.

Dlaczego warto korzystać z kamer termowizyjnych?

Dlaczego warto wybrać kamerę termowizyjną FLIR? Istnieją inne urządzenia mogące mierzyć temperaturę bezkontaktowo. Na przykład termometry na podczerwień (pirometry).

Pirometry - kamery termowizyjne

Termometry na podczerwień (pirometry) są niezawodne i bardzo przydatne do punktowego odczytu temperatury, lecz przy skanowaniu dużych obszarów lub obiektów łatwo jest pominąć kluczowe elementy, które mogą być bliskie uszkodzenia i wymagać naprawy. takie jak penetracja powietrza, braki w izolacji czy przeciekająca woda. Kamera termowizyjna FLIR może jednocześnie skanować całe budynki albo instalacje grzewcze i klimatyzacyjne. Nigdy nie pominie potencjalnych problemów, choćby nawet najmniejszych.

Pirometr – mierzy temperaturę w jednym punkcie

FLIR i3, temperatura w 3600 punktach

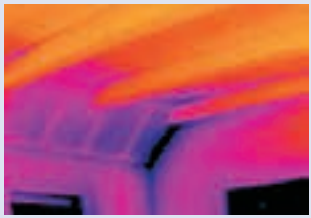
Znajdź problem szybciej, łatwiej i z większą dokładnością

Jeżeli używasz wyłącznie termometru na podczerwień łatwo jest nie dostrzec nawy bardzo poważnych problemów w budynkach. Z pomocą kamery termowizyjnej FLIR można skanować całe budynki albo instalacje grzewcze i klimatyzacyjne. Nie tylko pokazują one problemy w konstrukcji budowlanej, ale także ich natężenie.

Używaj tysięcy termometrów na podczerwień na raz

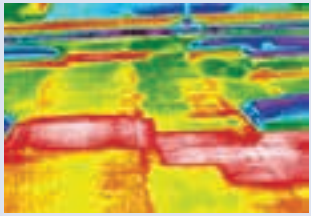
Termometrem na podczerwień możesz mierzyć temperaturę w jednym punkcie. Kamery na podczerwień FLIR mogą mierzyć temperaturę w całym obrazie. Kamera i3 ma rozdzielczość obrazu 60x60 pikseli. Oznacza to, że jej użycie odpowiada jednoczesnemu zastosowaniu 3600 pirometrów. Jeśli spojrzymy na najwyższy model naszej kamery - FLIR P660 o rozdzielczości obrazu 640 x 480, czyli 307 200 pikseli, jej praca odpowiada jednoczesnemu użyciu 307200 pirometrów.

To, co widzi pirometr



To, co widzi kamera termowizyjna

To, co widzi pirometr



To, co widzi kamera termowizyjna

To, co widzi pirometr

To, co widzi kamera termowizyjna

3

Zobrazowanie w podczerwieni w budownictwie

Przegląd budowlany z wykorzystaniem kamery termowizyjnej to doskonały, nieinwazyjny sposób monitorowania i diagnozowania stanu budynków. Technologia zobrazowania w podczerwieni stała się jednym z najbardziej wartościowych narzędzi diagnostycznych w przeglądach budowlanych. Z pomocą kamery termowizyjnej możesz wcześnie zidentyfikować problem, umożliwiając jego udokumentowanie i skorygowanie zanim stanie się poważniejszy i kosztowniejszy do usunięcia.

Przegląd budynku z użyciem kamery termowizyjnej może pomóc:

- Zwizualizować straty energii
- Wykryć brakującą lub uszkodzoną izolację
- Wskazać miejsca przenikania powietrza
- Wykryć zawilgocenie izolacji w dachach i w ścianach oraz w strukturach zewnętrznych.
- Wykryć pleśń i miejsca niewłaściwie zaizolowane
- Wykryć mostki termiczne
- Zlokalizować przecieki w dachach
- Wykryć uszkodzenia w rurach z ciepłą wodą
- Wykryć wady konstrukcyjne
- Monitorować suszenie budynków
- Wykryć wady w liniach zasilających i w centralnym ogrzewaniu
- Wykryć wady w instalacjach elektrycznych

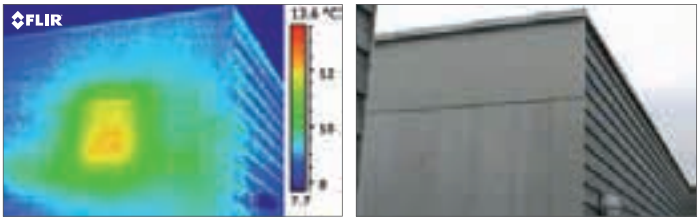
Kamery termowizyjne są doskonałym narzędziem do lokalizowania i identyfikowania awarii w budynkach, zanim jeszcze staną się widoczne. W obrazie w podczerwieni wady są widoczne jak na dłoni. Tylko kamera termowizyjna jest urządzeniem, które naprawdę WIDZI to, czego szukasz.

Obraz w podczerwieni zawierający dokładne dane temperaturowe dostarcza ekspertom ważnych informacji o stanie instalacji, zawilgoceniu, uszkodzeniach urządzeń elektrycznych, występowaniu mostków termicznych oraz o stanie systemów grzewczych, wentylacyjnych i klimatyzacyjnych.

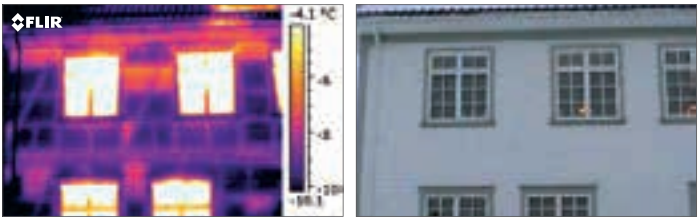
Kamery termowizyjne są tak wartościowym i elastycznym narzędziem, że nie sposób wyliczyć ich wszystkich zastosowań. Codziennie powstają innowacyjne sposoby wykorzystania technik podczerwieni. Niektóre z wielu sposobów wykorzystania kamer termowizyjnych w zastosowaniach budowlanych wyjaśniono w niniejszej części broszury.

Defekty izolacji i przenikanie powietrza.

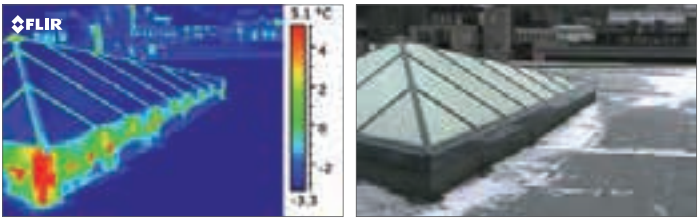
Termowizja jest wyjątkowym narzędziem do lokalizowania defektów w budynkach, takich jak brakująca izolacja, łuszcząca się zaprawa i problemy z zawilgoceniem.



Ten budynek jest cieplejszy wewnątrz. Ma on budowę warstwową, beton-izolacja-beton. Brak jest jednej z części izolacji, czego nie można dostrzec ani z zewnątrz, ani z wnętrza budynku. Kamera termowizyjna widzi to, czego nie widzi ludzkie oko.

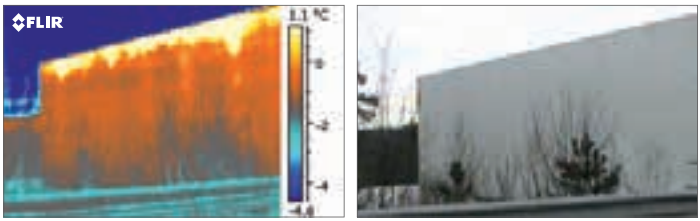


Konstrukcja szkieletowa. W wielu fragmentach brakuje izolacji, o czym świadczą cieplejsze kolory.



Szklany dach nad atrium. Dach jest wodoszczelny, ale przenika przez niego powietrze. Ciepłe powietrze ucieka wskutek nadciśnienia. Rozwiązaniem jest hermetyzacja szklanego dachu.

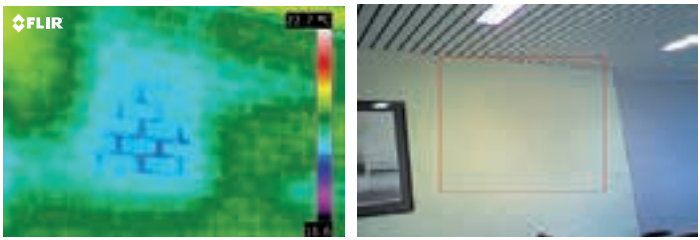
Magazyny zbudowane z solidnie zaizolowanych, prefabrykowanych ścianek i dachów mogą tracić energię na złączach między elementami.



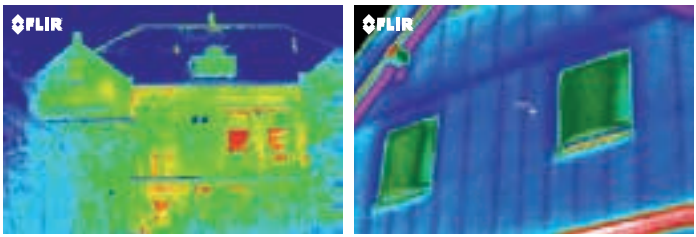
Magazyn, z którego między ścianami a dachem ucieka dużo ciepłego powietrza. Aby zapobiec stratom energii należy uszczelnić miejsca łączenia.

Kiedy używasz kamery termowizyjnej do wykrywania braków w izolacji lub strat energii, najlepiej by różnica temperatur między wnętrzem budynku a otoczeniem zewnętrznym wynosiła co najmniej +10 °C. Jeżeli wykorzystujesz kamerę o dużej rozdzielczości i wysokiej czułości temperaturowej, różnica temperatur może być mniejsza.

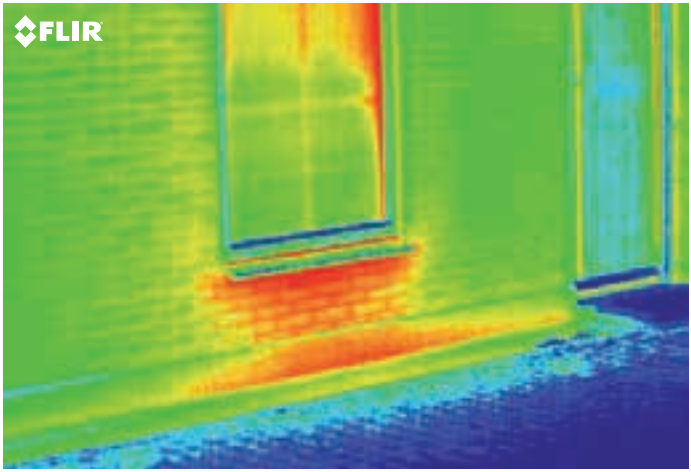
W chłodnym klimacie, przeglądów budynków często dokonuje się zimą. W cieplejszym klimacie, gdzie należy kontrolować izolację budynków, by zatrzymać we wnętrzu chłodne powietrze wytwarzane przez systemy klimatyzacji, najlepszym okresem do przeglądów mogą być miesiące letnie.



Brakująca izolacja w części ściany.



W czasie przeglądu termowizyjnego prowadzonego z zewnątrz, obrazy w podczerwieni wyraźnie wskazują brakującą lub niewystarczającą izolację.

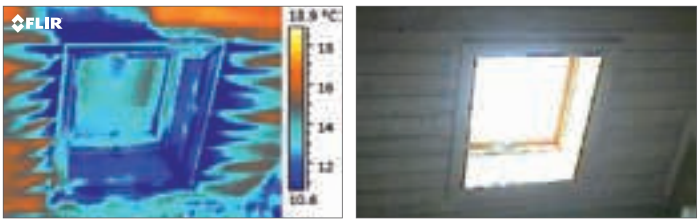


Na obrazie w podczerwieni wyraźnie widać niewystarczającą izolację ściany pod oknem

Wykrywanie przenikania powietrza.
Przenikanie powietrza prowadzi do wyższego zużycia energii i często powoduje problemy z systemem wentylacji. Może ono prowadzić także do skraplania się pary wodnej w konstrukcji, co z kolei pogarsza klimat panujący we wnętrzu.

W celu wykrywania wycieków powietrza z pomocą kamery termowizyjnej musi występować różnica temperatur i różnica ciśnień.

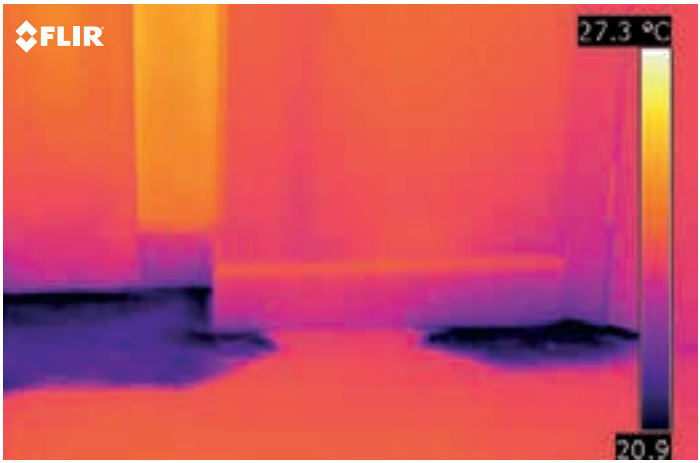
Z pomocą kamery termowizyjnej możesz wykrywać charakterystyczne rozkłady temperatur pojawiające się, gdy chłodne powietrze przenika przez szczeliny w konstrukcji i porusza się wzdłuż powierzchni wychładzając ją. Przegląd w podczerwieni powinien zawsze odbywać się po tej stronie konstrukcji, gdzie panuje ujemne ciśnienie. Wnikanie powietrza często wykrywa się z użyciem metody ciśnieniowej, nazywanej niekiedy testem "drzwi ciśnieniowych". Więcej informacji o drzwiach ciśnieniowych znajduje się w dalszej części broszury.



Na obrazie widać wnikanie powietrza między sufitem a oknem

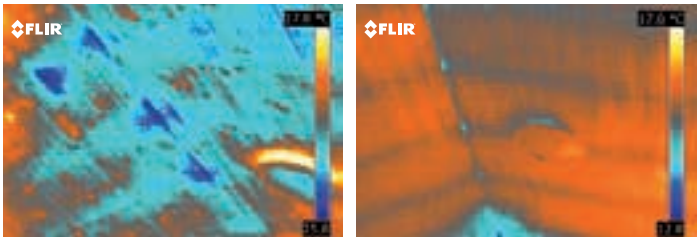
Wykrywanie zawilgocenia.
Zawilgocenie jest jednym z częściej występujących źródeł uszkodzeń budynków. Przenikanie powietrza może wywołać zawilgocenie wewnątrz ścian, podłóg, czy sufitów. Zawilgocona izolacja schnie bardzo powoli i staje się siedliskiem pleśni i grzybów.

Skanowanie kamerą termowizyjną może zlokalizować wilgoć, stanowiącą środowisko w której rozwija się pleśń. Nawet wyczuwając jej zapach, nie sposób znaleźć miejsca gdzie powstaje. Przegląd w podczerwieni pozwala ustalić, gdzie znajdują się zawilgocone miejsca, w których może rozwijać się pleśń, prowadząc do problemów zdrowotnych.



Zawilgocenie podłogi, niewidzialne dla oka, lecz wyraźnie widoczne na obrazie w podczerwieni

Nie jest łatwo dostrzec zawilgocenie. Sztuka polega na tym, by podnieść temperaturę konstrukcji. Materiały zawilgocone będą wówczas wyraźnie widoczne, gdyż zmieniają on temperaturę znacznie wolniej niż materiały suche. Podczas gdy innymi metodami można zmierzyć temperaturę jedynie punktowo, z pomocą kamery można błyskawicznie zobrazować temperaturę całego obszaru.

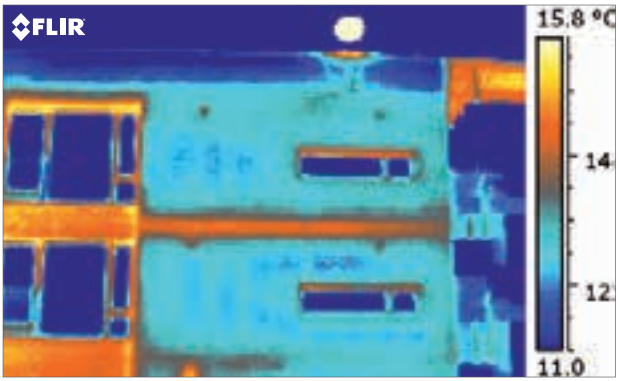


Obrazy w podczerwieni tego samego sufitu. Na obrazie z lewej pomieszczenie zostało ogrzane by szybko podnieść jego temperaturę. Zawilgocenie stało się wyraźnie widoczne.

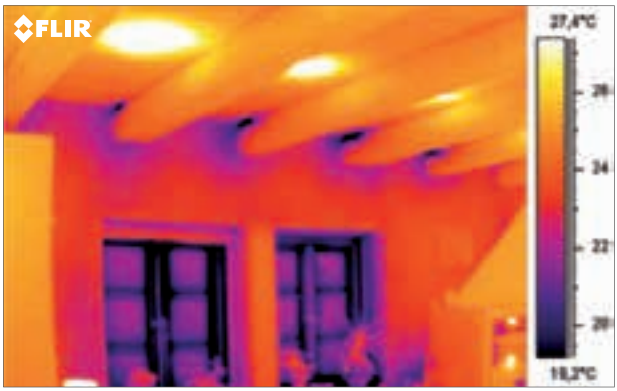
Mostki termiczne
Inne zastosowania termowizji obejmują lokalizację mostków termicznych, czyli miejsc ucieczki energii z budynku.

Mostek termiczny jest obszarem w którym przekrój budynku ma mniejszy opór cieplny. Jego powstanie jest uwarunkowane względami technologicznymi. Ciepło podąża drogą o najmniejszym oporze cieplnym przenikając z ogrzewanego wnętrza budynku na zewnątrz.

Typowymi skutkami działania mostków termicznych są::
- Obniżenie się temperatury we wnętrzu. W najgorszych wypadkach może to spowodować zawilgocenie, zwłaszcza w rogach.
- Znacznie wyższe straty ciepła.
- Chłodniejsze obszary w budynkach.



Na obrazie widoczny jest mostek termiczny na jednym z pięter.



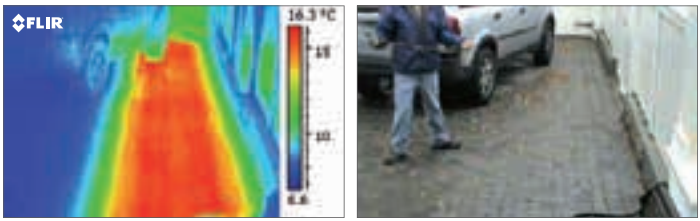
Na obrazie widać mostki termiczne między belkami sufitowymi a przyległymi ścianami.

Magistrale ciepłownicze i centralne ogrzewanie

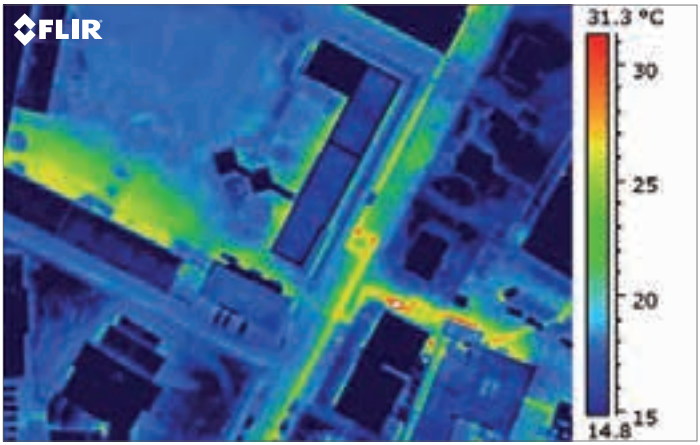
W chłodnych klimatach ogrzewa się niekiedy chodniki i miejsca parkingowe, korzystając z miejskiego systemu ogrzewania.

Miejskie systemy ciepłownicze rozprowadzają gorącą wodę, a niekiedy parę, wytwarzane w centralnej ciepłowni i przeznaczone na potrzeby mieszkańców oraz przedsiębiorców.

Podczas przeglądu w podczerwieni można z łatwością wykryć wszelkie defekty w rurach i przewodach podziemnych systemów grzewczych. Kamera termowizyjna pomaga ustalić dokładne położenie wady, przez co można zminimalizować nakład pracy przy naprawie.



Uszkodzenia miejskiego systemu ogrzewania można łatwo wykryć z pomocą kamery termowizyjnej.

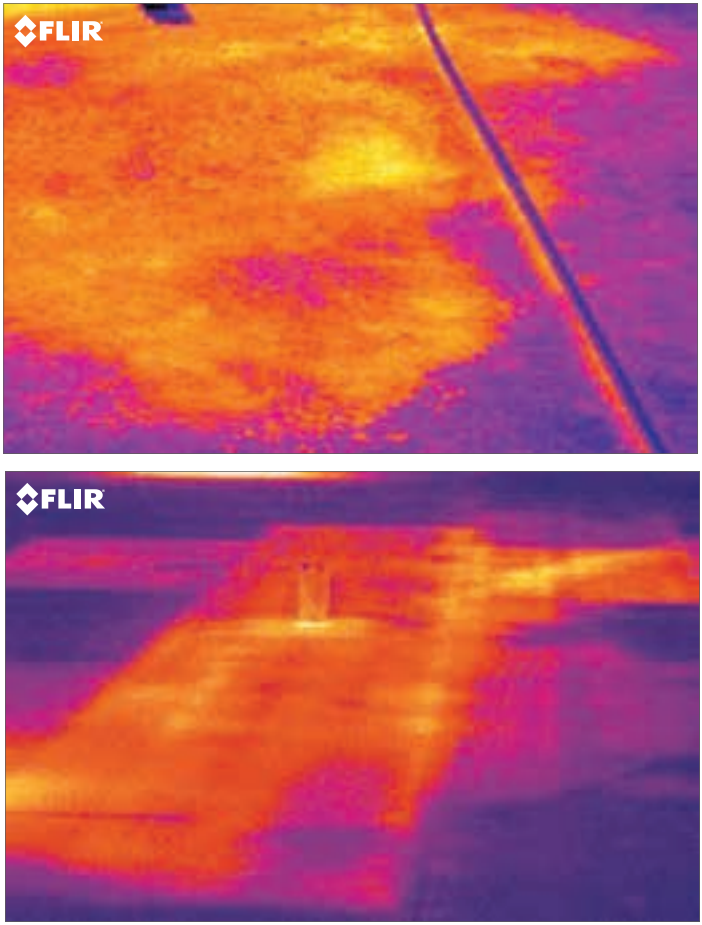


Zarejestrowany z powietrza obraz w podczerwieni ujawnia wycieki i braki w izolacji w miejskim systemie ogrzewania.

Wykrywanie zalania wodą w płaskim dachu
Kamery termowizyjne są wykorzystywane do wykrywania przecieków w płaskich dachach.

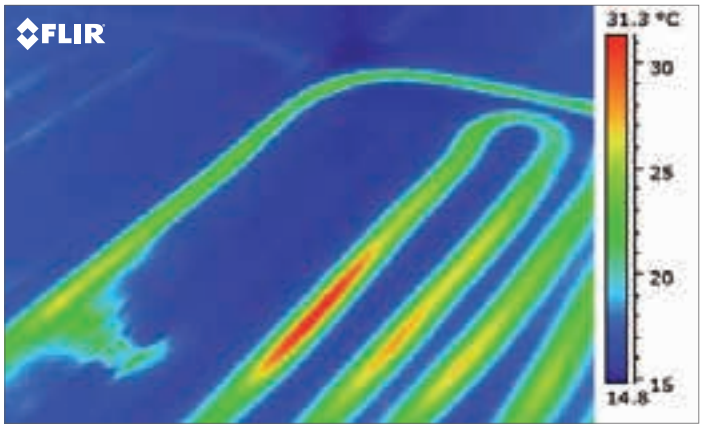
Woda utrzymuje ciepło dłużej niż reszta materiału dachu, więc łatwo ją wykryć z pomocą kamery termowizyjnej późnym popołudniem lub wieczorem, gdy reszta dachu się schłodzi.

Naprawa zawilgoconych miejsc, zamiast wymiany całego dachu może przynieść ogromne oszczędności.

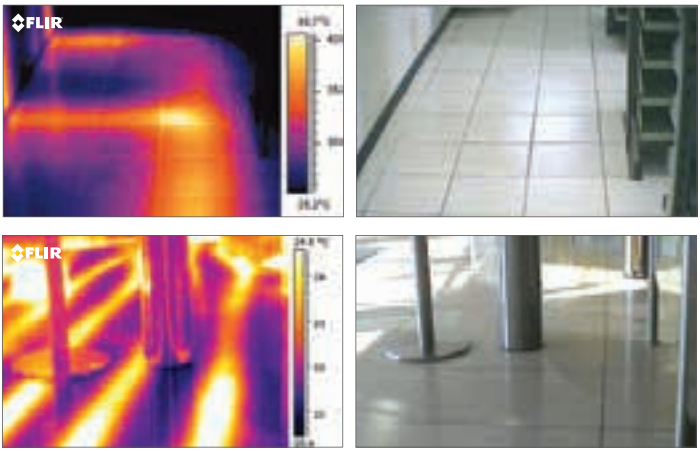


Przeciekający dach.

Lokalizacja przecieków w ogrzewaniu podłogowym
Termowizja jest narzędziem z pomocą którego bez trudu zlokalizujesz wycieki z rur i przewodów, nawet gdy znajdują się one pod podłogą lub w ścianie. Ciepło z rur promieniuje przez powierzchnię a jego obraz można z łatwością wykryć kamerą termowizyjną.



Obraz w podczerwieni pokazuje wyciek z podłogowego systemu ogrzewania.



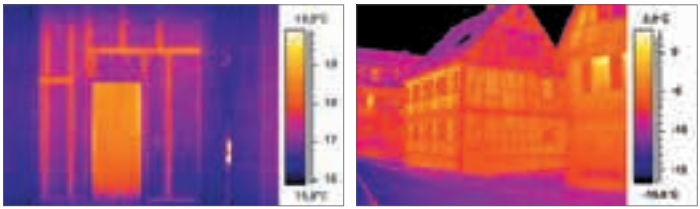
Problemy z ogrzewaniem podłogowym można łatwo wykryć z pomocą kamery termowizyjnej.

Kontrola jakości
Technologia termowizyjna jest też często używana do kontroli jakości i dokonywania przeglądów w nowych budynkach.

Zobrazowanie w podczerwieni umożliwia kontrolę procesu schnięcia konstrukcji. W razie potrzeby można podjąć kroki w celu przyśpieszenia tego procesu.

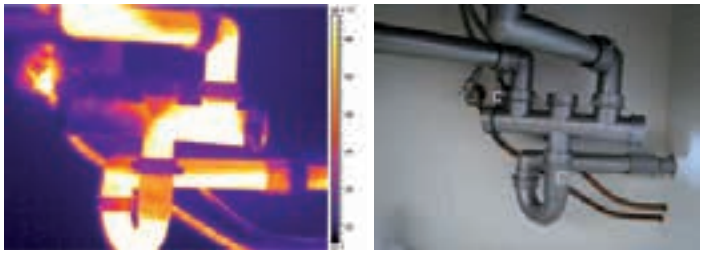
Po przyśpieszonym osuszaniu budynku można z pomocą kamery termowizyjnej dowieść, że budynek jest całkiem suchy. Wówczas możliwe jest szybsze przekazanie go klientowi.

Renowacja budynków.
Zobrazowanie w podczerwieni dostarcza wartościowych informacji przydatnych w czasie renowacji budynków i pomników. Szkielet ukryty pod tynkiem mineralnym jest wyraźnie widoczny na obrazie w podczerwieni. Można więc zdecydować, czy należy go odsłaniać. Można także już na bardzo wczesnym etapie wykryć odpadanie tynku ze ścian i podjąć kroki zaradcze.



Zobrazowanie w podczerwieni pozwala wyraźnie zobaczyć strukturę wewnętrzną.

Instalacje hydrauliczne
Kamera termowizyjna jest doskonałym narzędziem do wykrywania zatkanych i pękniętych rur czy innych awarii hydraulicznych. Nawet jeśli rury przebiegają pod podłogą lub wewnątrz ściany, można ustalić rozmiary awarii przepuszczając przez nie gorącą wodę. Ciepło zacznie promieniować a miejsce awarii będzie doskonale widoczne w obrazie w podczerwieni.



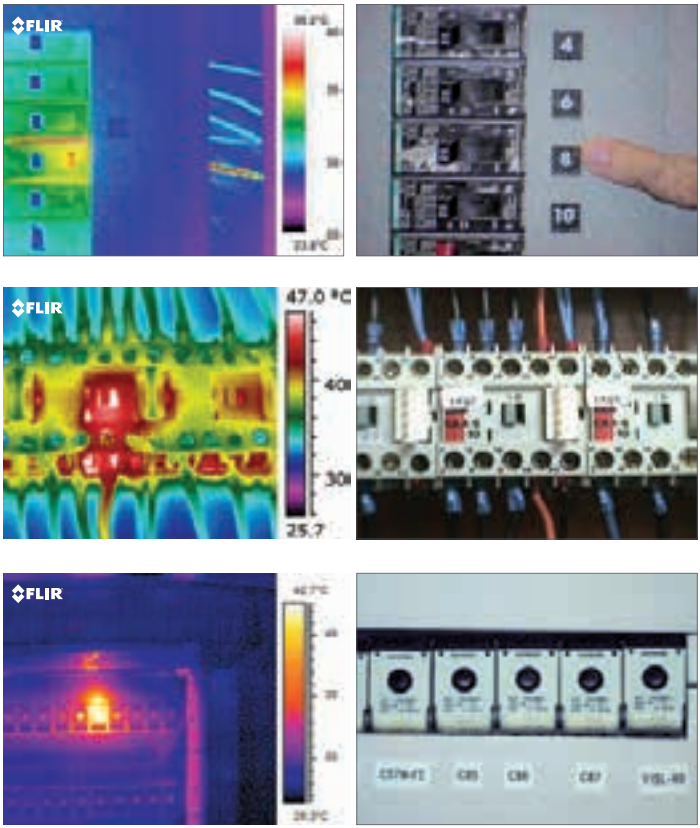
Wykrywanie problemów hydraulicznych z wykorzystaniem zobrazowania w podczerwieni.

Instalacje grzewcze, wentylacyjne i klimatyzacyjne
Instalacje grzewcze, wentylacyjne i klimatyzacyjne (HVAC) trzeba utrzymywać w dobrym stanie technicznym. Muszą one dostarczać powietrza o odpowiedniej wilgotności i temperaturze oraz filtrować wszelkie zanieczyszczenia we wnętrzu. Kamera termowizyjna może pomóc w zapewnieniu właściwego działania systemów HVAC. Niepoprawna praca tych systemów może skutkować złą jakością powietrza we wnętrzu.

Wady w instalacjach elektrycznych
W każdym budynku znajduje się wiele instalacji elektrycznych. Zobrazowanie w podczerwieni może być wykorzystane do przeglądów szafek elektrycznych, bezpieczników, złącz itp.

Po wykryciu anomalii, które są niewidzialne dla nieuzbrojonego oka, można usunąć problem. Jeżeli problem w instalacji nie zostanie w porę dostrzeżony, może spowodować wysoki wzrost temperatury. Co więcej, strzelające iskry mogą wzniecić ogień.

Szersze informacje na temat prowadzenia przeglądów w instalacjach elektrycznych znajdziesz w broszurze " Zastosowanie termowizji w przemyśle - wskazówki".



Jednej z bezpieczników jest przegrzany - potencjalna groźba pożaru.

4 Fizyka temperatur w zastosowaniach budowlanych

Aby właściwie zinterpretować obrazy w podczerwieni operator musi wiedzieć, jak różne materiały i warunki wpływają na odczyty temperatury z kamery termowizyjnej. Do najważniejszych czynników wpływających na odczyty temperatury należą:

1. Przewodność cieplna

Różne materiały mają różne właściwości termiczne. Na przykład, materiały izolacyjne rozgrzewają się powoli, zaś metale szybko. Nazywamy to przewodnością cieplną. Różnice w przewodności cieplnej dwóch materiałów mogą prowadzić w pewnych sytuacjach do dużych różnic temperatur.

2. Emisyjność

Aby odczytać właściwą temperaturę, należy wziąć pod uwagę pewien niezwykle istotny czynnik znany jako emisyjność. Emisyjność opisuje skuteczność z jaką ciało emituje promieniowanie podczerwone. Zależy ona bardzo silnie od właściwości materiału.

Spoglądając na obraz w podczerwieni możesz dojść do wniosku, że złota farba jest chłodniejsza niż powierzchnia kubka. W rzeczywistości mają one dokładnie tę samą temperaturę. Różnica w natężeniu promieniowania jest spowodowana przez różnicę w emisyjności.

Ustawienie w kamerze właściwej emisyjności jest niezwykle ważne. W przeciwnym razie pomiary temperatury będą niepoprawne. Kamery termowizyjne FLIR Systems mają w pamięci wewnętrznej ustawienia emisyjności dla wielu materiałów. Inne materiały można znaleźć w tabelach emisyjności.

Na obrazie z lewej strony ustawiono właściwą temperaturę skóry ludzkiej (0,97) a odczyty pokazują poprawną temperaturę (36,7 °C). Na obrazie z prawej strony wprowadzono niewłaściwą emisyjność (0,15), co doprowadziło do błędnego odczytu temperatury (98,3 °C).

3. Odbicia

Niektóre materiały odbijają promieniowanie cieplne tak, jak lustro odbija światło widzialne. Odbicia mogą prowadzić do niewłaściwej interpretacji obrazu w podczerwieni. Odbicie własnego promieniowania podczerwonego operatora lub np... żarówki może prowadzić do niewłaściwych odczytów temperatury. Operator powinien więc wybierać kąt pod którym kamera termowizyjna jest skierowana na obiekt tak, by uniknąć takich odbić.

Okno odbija promieniowanie podczerwone, więc dla kamery termowizyjnej okno działa jak lustro.

Jeżeli powierzchnia obiektu ma małą emisyjność- a istnieje duża różnica temperatur między obiektem i temperaturą otoczenia, odbicie temperatury otoczenia będzie wpływało na odczyty z kamery termowizyjnej. Aby rozwiązać ten probelm FLIR wyposażył swoje kamery w funkcję umożliwiającą kompensację odbitej temperatury tła.

4. Temperatury we wnętrzu i na zewnątrz
Aby przy użyciu kamery termowizyjnej wykryć braki lub defekty izolacji musi występować różnica temperatur na zewnątrz i wewnątrz. Praca przy niewielkich różnicach temperatur jest często możliwa, ale na ogół musi ona wynosić co najmniej 10 °C między dwiema stronami ściany.

Tego rodzaju przeglądy na ogół przeprowadza się zarówno od środka jak i od zewnątrz. Jeżeli różnica temperatur jest wystarczająca, wówczas wyraźnie będzie widać braki, uszkodzenia lub złą jakość izolacji.

Użytkownik powinien znać temperaturę we wnętrzu i na zewnątrz oraz wiedzieć, czy w ciągu ostatnich 24 godzin nie dochodziło do dużych wahań temperatury.

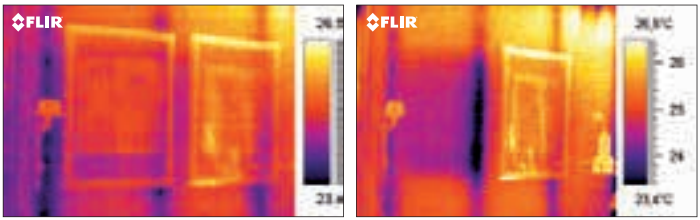
5. Czynniki środowiskowe występujące na zewnątrz budynku.
Oczywiste jest, że bezpośrednie oświetlenie słoneczne także może mieć silny wpływ na odczyty. Światło słoneczne może wywierać długotrwały efekt. Bezpośrednie światło słoneczne i cienie mogą wpływać na rozkład temperatur na powierzchni jeszcze przez wiele godzin po ustaniu działania promieni słonecznych. Różnice w przewodności cieplnej mogą prowadzić do dużych różnic temperatur. Na przykład, cegły zmieniają temperaturę wolniej niż drewno. Wiatr także może wpływać na odczyt temperatury. Strumień powietrza chłodzi powierzchnię materiału, obniżając różnicę temperatur między obszarami ciepłymi i chłodnymi.

Innym, oczywistym czynnikiem, który może sprawić, że przegląd w podczerwieni będzie bezużyteczny, jest deszcz, który obniża temperaturę powierzchni materiału. Nawet gdy przestanie padać, parowanie wody chłodzi materiał. To oczywiście prowadzi do zaburzenia rozkładu temperatur.

6. Systemy ogrzewania i wentylacji
Nawet wewnątrz budynków otoczenie wpływa na rozkład temperatur na badanych powierzchniach. Temperatura otoczenia może wpływać na temperaturę powierzchni obiektu. Istnieje jednak jeszcze inny czynnik: sterowanie klimatem. Systemy ogrzewania mogą tworzyć różnice temperatur powodujące zaburzenia w rozkładzie temperatur. Chłodne powietrze napływające z wentylatorów lub systemów klimatyzacji może chłodzić powierzchnie.

7. Czynniki środowiskowe występujące wewnątrz budynku.

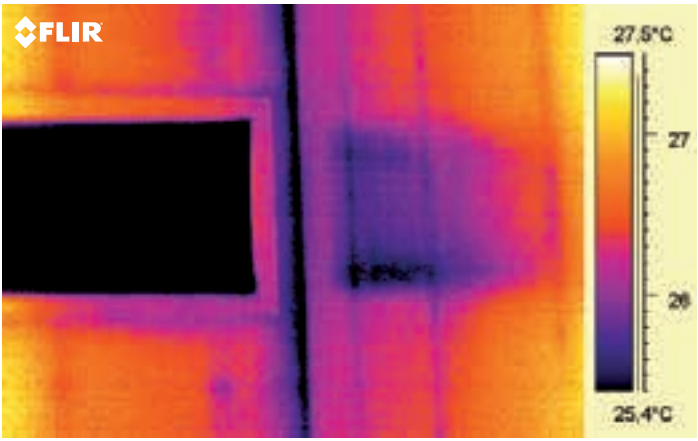
Półki na książki, szafki i obrazki wiszące na ścianach także zmieniają rozkład temperatur. Przedmioty te mają właściwości izolacyjne. Jeżeli odsunąć je od ścian, wówczas ściana pod nimi obserwowana w podczerwieni okaże się chłodniejsza. Można to omyłkowo wziąć za braki w izolacji. Z tego powodu, tego rodzaju przedmioty należy odsuwać od ścian na co najmniej sześć godzin przed przeglądem.



Te dwa obrazy w podczerwieni przedstawiają tę samą ścianę. Temperatura na zewnątrz jest niższa niż we wnętrzu. Na obrazie z prawej strony widać, co się stanie, jeśli zdejmiesz obraz ze ściany. Chłodny obszar za obrazem ma te same rozmiary co obszar między dwoma belkami w ścianie. Wygląda więc jak brakująca izolacja.

8. Odbicia od otoczenia.

Przy skanowaniu przedmiotów o dużym współczynniku odbicia, upewnij się, że zmieniłeś kąt obserwacji by zminimalizować odbicia w obrazie. Odbicie może pochodzić od ciepła twojego ciała, innego źródła ciepła w sąsiedztwie, elementu maszyny, żarówki lub transformatora. Odbicia wprowadzają niewłaściwe dane do obrazu w podczerwieni i jeśli nie zostaną rozpoznane, prowadzą do błędów.



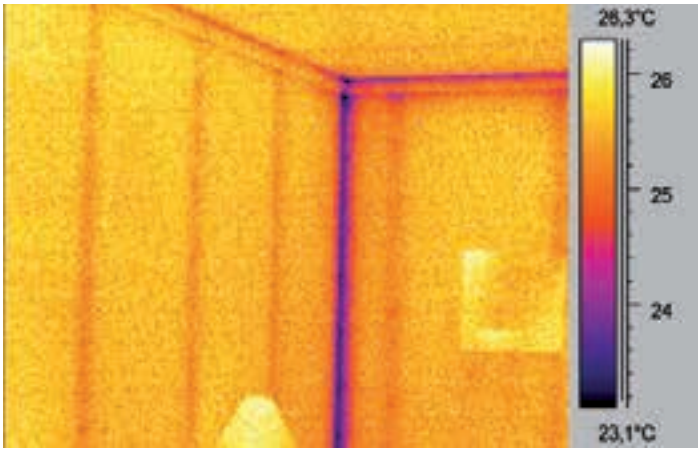
Na obrazie widać odbicia na wewnętrznej ścianie (z prawej) spowodowane przez okno z lewej strony.

9. Typy materiałów używane w budownictwie

Niektóre materiały, np. beton, są termicznie wolne, co oznacza, że bardzo powoli zmieniają temperaturę. Inne materiały, jak np. większość metali, zmieniają temperaturę szybko. W celu właściwego zinterpretowania rezultatów, operator musi wiedzieć, czy przed przystąpieniem do przeglądu wystąpiła jakaś znaczna różnica temperatur między otoczeniem a wnętrzem gdyż może to wpłynąć na odczyt temperatury.

10.Konstrukcja budynku

Ściana zewnętrzna może posiadać przestrzeń powietrzną między warstwą zewnętrzną a resztą konstrukcji. Ściany tego typu nie należy kontrolować z zewnątrz. Elementy szkieletu w ścianie oglądane od wewnątrz będą wyglądały na chłodniejsze (o ile wewnątrz jest cieplej). Od chłodnej strony będzie odwrotnie. Taka sytuacja jest normalna i nie ma w niej nic niepokojącego.



Obraz w podczerwieni zarejestrowany we wnętrzu. Widoczny jest szkielet, a także śruby mocujące pokrycie do elementów szkieletu. Róg jest wyraźnie chłodniejszy - tzw. „efekt chłodnego rogu" - lecz jest to normalne.

5

Kamery termowizyjne do przeglądów paneli słonecznych

Energia odnawialna

Fakt, że tradycyjne źródła energii, takie jak węgiel, gaz, czy ropa naftowa wyczerpują się, powoduje wzrost cen. Co więcej, coraz powszechniejsza jest świadomość, że nie możemy dalej zanieczyszczać naszej planety używając paliw kopalnych.

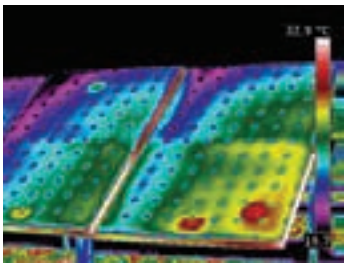
Panele słoneczne mogą zamieniać energię słoneczną na elektryczną - i w szeleszczącą gotówkę. Energia słoneczna może być lukratywną inwestycją. Jednak, aby przez dziesiątki lat utrzymać jak największą wydajność i duże zyski, niezbędna jest wysoka jakość urządzeń. Panel słoneczny, najważniejsza część systemu elektrowni słonecznej. musi być niezawodny i przez długie lata wytwarzać energię elektryczną. Kamery termowizyjne mogą odegrać ważną rolę w zapewnieniu właściwej jakości pracy panelu słonecznego przez cały okres jego eksploatacji.

W miarę kurczenia się zapasów paliw kopalnych, ceny węgla i gazu biją nowe rekordy. Wielu ludzi upatruje więc w słońcu źródła energii odnawialnej. Jednak panele słoneczne są podatne na zużycie. Fachowcy od instalacji budowlanych na całym świecie używają kamer termowizyjnych do przeglądów paneli słonecznych zainstalowanych na dachach.

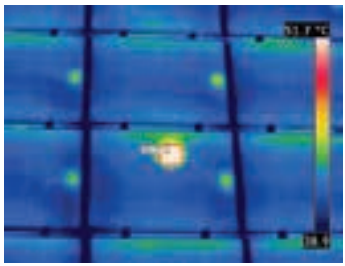
Przeglądy paneli słonecznych

Wykorzystanie kamer termowizyjnych do przeglądów paneli słonecznych ma kilka zalet. Na ostrym obrazie w podczerwieni wyraźnie widoczne są anomalie. W przeciwieństwie do innych metod kamer termowizyjnych można używać w czasie normalnego działania paneli słonecznych. Poza tym, kamery termowizyjne umożliwiają skanowanie dużych powierzchni w krótkim czasie.

Z pomocą kamery termowizyjnej możesz wykryć i naprawić uszkodzenie, zanim przerodzi się w poważną awarię. Jednak nie każda kamera termowizyjna nadaje się do przeglądów paneli słonecznych. Poza tym istnieją pewne zasady, których należy przestrzegać, by przeprowadzić skuteczne przeglądy i wyciągnąć z nich prawidłowe wnioski.



Czerwone punkty wskazują moduły cieplejsze od innych. Świadczy to o wadliwych połączeniach.

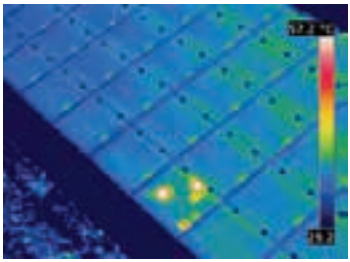


Ten gorący punkt w jednym z ogniw słonecznych wskazuje na jego fizyczne uszkodzenie.

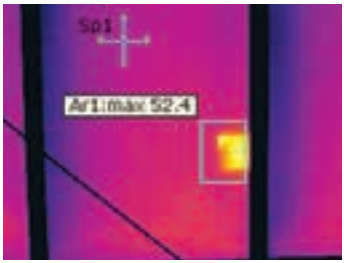
Procedury przeglądów paneli słonecznych z wykorzystaniem kamer termowizyjnych

Aby zapewnić odpowiedni kontrast termiczny podczas przeglądów paneli słonecznych potrzebne jest natężenie promieniowania słonecznego 500W/m^2 lub więcej. Najlepsze efekty osiąga się przy natężeniu 700W/m^2. Natężenie promieniowania słonecznego to chwilowa moc padająca na powierzchnię, wyrażona w kW/m^2 . Natężenie to można zmierzyć pyranometrem (całkowite natężenie promieniowania) lub pyrheliometrem (bezpośrednie natężenie promieniowania.) Wartość natężenia silnie zależy od lokalizacji oraz warunków atmosferycznych.

Niskie temperatury zewnętrze także mogą zwiększać kontrast termiczny.

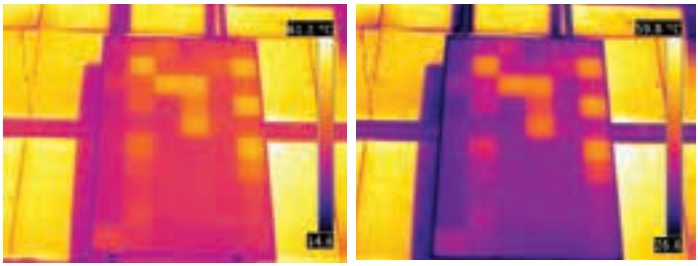


Na tym obrazie w podczerwieni widać tzw. mozaikę. Wskazuje to, że w panelu niesprawna jest dioda blokująca.



Gorący punkt widoczny na obrazie wywołany jest uszkodzeniem ogniwa w standardowym module 60-ogniwowym.

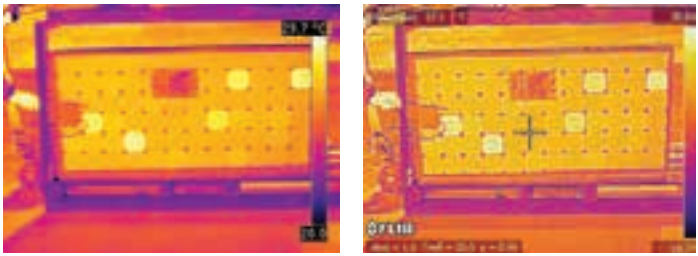
Jakiej kamery potrzebujesz?
Ręczne kamery termowizyjne do przeglądów budowlanych mają na ogół niechłodzony detektor mikrobolometryczny czuły w zakresie 8-14 mikrometrów, jednakże szkło w tym paśmie nie jest przeźroczyste. Oglądając od czoła panele słoneczne kamera termowizyjna widzi rozkład ciepła na powierzchni szkła który tylko pośrednio odzwierciedla rozkład ciepła w położonych pod nim ogniwach. Z tego powodu różnice temperatur jakie można mierzyć i zobaczyć na szklanej powierzchni panelu słonecznego są niewielkie. By te różnice temperatur były widoczne, kamera termowizyjna używana do przeglądu musi mieć czułość temperaturową $\leqslant$0,08K. Jeśli chcemy wyraźnie zobrazować małe różnice temperatur kamera powinna umożliwiać ręczną regulację poziomu i rozpiętości temperatur.



Obraz w podczerwieni z poziomem i rozpiętością temperatur w trybie automatycznym (z lewej) i w trybie ręcznym (z prawej).

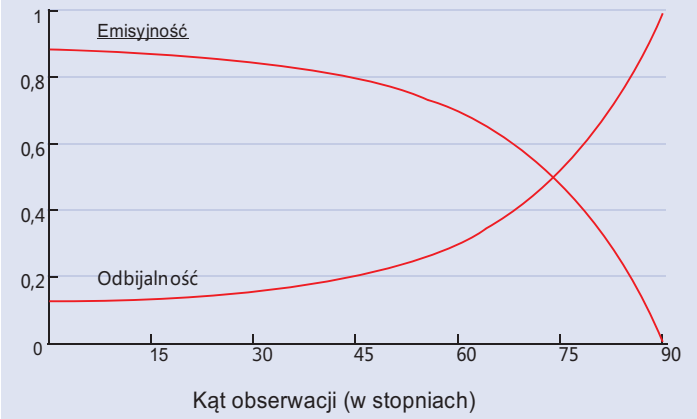
Ogniwa fotowoltaiczne są zazwyczaj montowane na silnie odbijającym szkielecie aluminiowym, który na obrazie w podczerwieni wygląda na bardzo chłodny, ponieważ odbija promieniowanie cieplne emitowane przez niebo. W praktyce oznacza to, że kamera będzie widziała, iż temperatura aluminiowej ramy jest znacznie niższa od 0°C. Ponieważ algorytm wyświetlania w kamerze termowizyjnej automatycznie dostosowuje się do maksymalnych i minimalnych zmierzonych temperatur, więc liczne, niewielkie anomalie termiczne nie będą od razu widoczne. Aby uzyskać wysoki kontrast temperaturowy w obrazie niezbędna będzie ręczna korekcja poziomu i rozpiętości temperatur.

Rozwiązaniem jest funkcja cyfrowego wzmocnienia szczegółów DDE (Digital Detail Enhancement). Funkcja ta automatycznie optymalizuje kontrast obrazu w scenach o wysokiej dynamice eliminując konieczność ręcznej regulacji. Tak więc kamera termowizyjna wyposażona w DDE dobrze nadaje się do szybkich i dokładnych przeglądów paneli słonecznych.



Obraz w podczerwieni bez DDE (z lewej) i z DDE (z prawej).

Wprawdzie, w zakresie pasma 8–14 µm szkło ma emisyjność 0,85-0,90 jednak pomiary termowizyjne powierzchni szklanych nie należą do łatwych. Szkło wykazuje bardzo silne odbicia, co oznacza, że obiekty z otoczenia o różnych temperaturach będą wyraźnie widoczne w obrazie w podczerwieni. W najgorszym wypadku operator wyciągnie niewłaściwe wnioski z przeglądu (fałszywe "gorące punkty") oraz błędy pomiarowe.



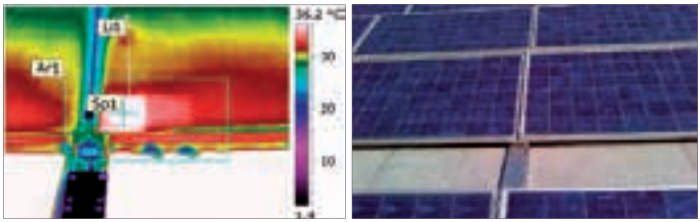
Emisyjność szkła w zależności od kąta obserwacji.

Zalecany kąt obserwacji (zielony) oraz obszar , którego należy unikać (czerwony) w czasie przeglądów w podczerwieni.

W celu uniknięcia odbicia obrazu kamery termowizyjnej i operatora w szkle nie należy ustawiać się prostopadle do przeglądanego modułu. Jednak przy obserwacji prostopadłej emisyjność jest największa i zmniejsza się wraz ze wzrostem kąta obserwacji. Kąt 5–60° jest dobrym kompromisem (gdzie 0° oznacza obserwację prostopadłą).

Obserwacje z dużej odległości

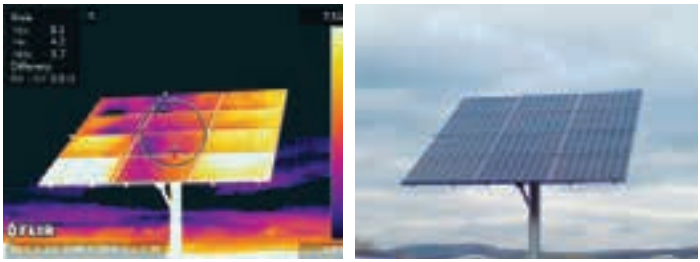
Nie zawsze ustawiając kamerę do pomiaru można uzyskać odpowiedni kąt widzenia. W większości wypadków rozwiązaniem może być użycie statywu. W bardziej niebezpiecznych warunkach może być konieczne wykorzystanie platformy mobilnej lub nawet przegląd paneli słonecznych ze śmigłowca. W tym wypadku, większa odległość od obiektu może być korzystna, ponieważ za jednym razem będzie można zarejestrować szerszy obszar. Celem uzyskania właściwej jakości obrazu jego rozdzielczość powinna wynosić co najmniej 320 x 240 pikseli, a jeśli rejestracja będzie prowadzona z większej odległości, najlepiej 640 x 480 pikseli.



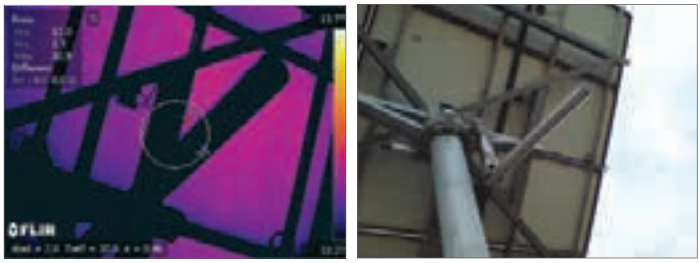
Uszkodzone ogniwa są cieplejsze, przez co łatwo je dostrzec przy pomocy kamery termowizyjnej.

Kamera powinna mieć także wymienne obiektywy, by operator mógł użyć teleobiektywu do obserwacji z dużej odległości, na przykład ze śmigłowca. Zaleca się jednak wykorzystywanie teleobiektywu z kamerami termowizyjnymi o dużej rozdzielczości. Kamery o niskiej rozdzielczości mogą nie wychwycić niewielkich różnic temperatury wskazujących na występowanie błędów w ogniwach słonecznych przy pomiarach z dużej odległości z teleobiektywem.

Inna perspektywa obserwacji
W większości wypadków moduły ogniw fotowoltaicznych można przeglądać z pomocą kamery termowizyjnej od tyłu. Metoda ta minimalizuje niekorzystny wpływ odbić od słońca i chmur. Ponadto, temperatury odczytane z tyłu panelu mogą być wyższe, ponieważ ogniwo jest mierzone bezpośrednio, a nie przez szkło.

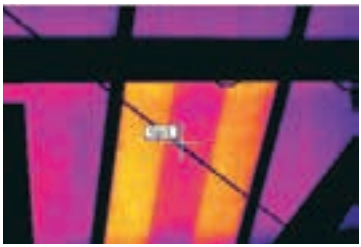


Gorące punkty na obrazie w podczerwieni zarejestrowanym z przodu panelu wydają się świadczyć, że wiele ogniw pracuje niewłaściwie.

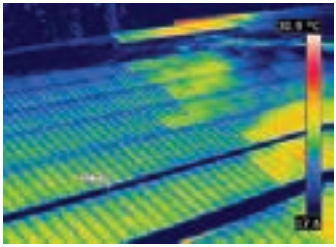


Obserwacja od tyłu nie wykazuje gorących punktów. Punkty na obrazie zarejestrowanym od przodu były odbiciami słonecznymi.

Warunki atmosferyczne i warunki pomiaru
W czasie przeglądu w podczerwieni niebo powinno być czyste, ponieważ chmury zmniejszają natężenie promieniowania słonecznego i mogą także zakłócać pomiar poprzez odbicia. Jednak, jeśli kamera termowizyjna jest wystarczająco czuła, to można z jej pomocą otrzymać dobre obrazy nawet przy zachmurzeniu. Zalecane jest by w czasie przeglądów panowała bezwietrzna pogoda, ponieważ jakikolwiek przepływ powietrza na powierzchni panelu słonecznego wywoła chłodzenie konwekcyjne a więc zmniejszy gradient termiczny. Im niższa temperatura powietrza tym potencjalnie wyższy kontrast termiczny. Dobrze jest więc prowadzić pomiary termowizyjne wcześnie rano.



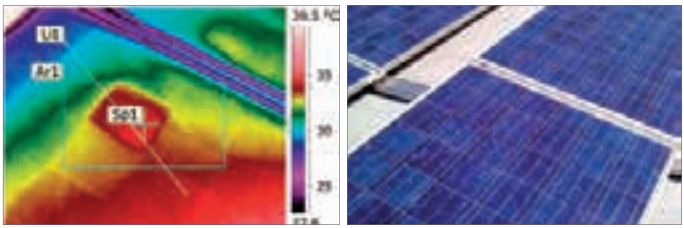
Dwa rzędy ogniw na obrazie w podczerwieni są cieplejsze, co wskazuje na uszkodzenie diod blokujących.



Na tym obrazie widać duże obszary o podwyższonej temperaturze. Jednak bez dodatkowych informacji nie wiadomo, czy przyczyną są anomalie termiczne, zacienienie lub odbicia.

Innym sposobem wzmocnienia kontrastu termicznego jest wyłączenie obciążenia ogniw. Przestanie wówczas płynąć prąd i nagrzewanie będzie spowodowane wyłącznie przez promieniowanie słoneczne. Następnie włącza się obciążenie i obserwuje ogniwa w fazie nagrzewania.

Jednakże, w normalnych warunkach przegląd systemu powinien odbywać się w warunkach jego zwyczajnej pracy, czyli pod obciążeniem. Zależnie od rodzaju ogniwa oraz rodzaju wady dodatkowe informacje można uzyskać prowadząc pomiary bez obciążenia lub w stanie zwarcia.

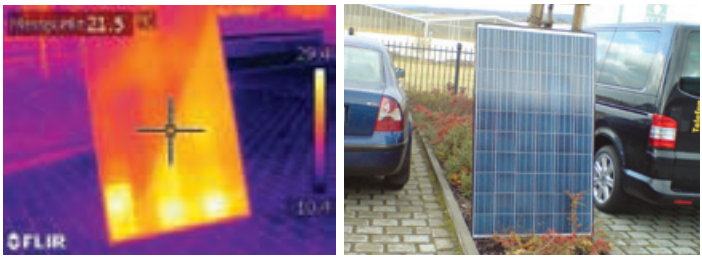


Używając kamery termowizyjnej możesz szybko zlokalizować takie problemy jak to uszkodzone ogniwo. Dzięki temu można bardzo szybko naprawić panel.

Błędy pomiarowe
Błędy pomiarowe pojawiają się głównie z powodu niewłaściwego ustawienia kamery oraz źle dobranych warunków otoczenia i pomiaru. Typowe błędy pomiarowe są spowodowane przez:

- zbyt płytki kąt obserwacji
- zmiany promieniowania słonecznego w czasie (np. wskutek zmian zachmurzenia)
- odbicia (np. od słońca, chmur, wysokich budynków w sąsiedztwie, aparatury pomiarowej)
- zacienienia (przez budynki lub inne konstrukcje)

Co można zobaczyć na obrazie w podczerwieni
Jeśli jedne elementy panelu słonecznego są cieplejsze od innych, ciepłe obszary będą wyraźnie widoczne na obrazie w podczerwieni. Zależnie od kształtu i położenia te gorące obszary mogą wskazywać na kilka różnych wad. Jeśli cały moduł jest cieplejszy niż zwykle, może to oznaczać problemy z połączeniami modułów. Jeśli pojedyncze ogniwa lub rzędy ogniw są cieplejsze lub przypominają mozaikę, przyczyną mogą być uszkodzenia diod blokujących, wewnętrzne zwarcia lub błędna kolejność połączenia ogniw.



Test panelu słonecznego pokazuje, że gorące punkty można łatwo dostrzec na obrazie w podczerwieni nawet z przodu.

Zacienienie i pęknięcia w ogniwach na obrazie w podczerwieni są widoczne jako gorące punkty lub wielokątna mozaika. Wzrost temperatury ogniwa lub jego części wskazuje, że ogniwo jest zacienione lub uszkodzone. Obrazy w podczerwieni zarejestrowane pod obciążeniem, bez obciążenia i w stanie zwarcia można porównywać. Porównanie obrazów w podczerwieni zarejestrowanych z przodu i z tyłu panelu także może dostarczać wartościowych informacji. Oczywiście, aby właściwie zidentyfikować wadę, moduły wykazujące anomalie należy przetestować elektrycznie i ocenić wizualnie ich stan.

Wnioski
Przeglądy w podczerwieni systemów fotowoltaicznych umożliwiają szybką lokalizację potencjalnych defektów ogniw i paneli oraz wykrywanie możliwych problemów z połączeniami między panelami. Przeglądy prowadzone są w warunkach normalnej pracy i nie wymagają wyłączania systemu.

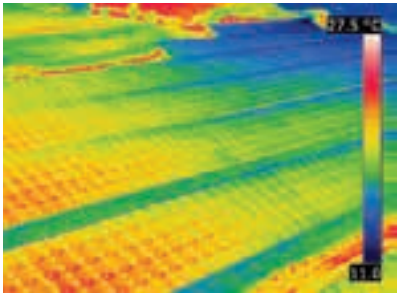
Aby otrzymać wartościowe obrazy w podczerwieni należy spełnić kilka warunków i przestrzegać pewnych procedur pomiarowych:

- używać odpowiedniej kamery termowizyjnej i akcesoriów,
- prowadzić pomiar przy odpowiednim nasłonecznieniu (przynajmniej 500W/m^2, a najlepiej ponad 700 W/m^2),
- kąt obserwacji musi zawierać się w bezpiecznym zakresie (między 5° a 60°),
- należy zapobiec powstawaniu odbić i zacienieniu.

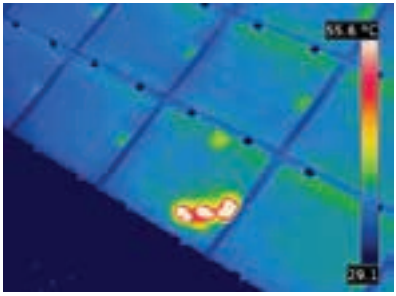
Kamery termowizyjne są używane głównie do lokalizacji defektów. Klasyfikacja i ocena anomalii wymaga dobrej znajomości technologii słonecznej, wiedzy o przeglądanym systemie oraz dodatkowych pomiarów elektrycznych. Konieczne jest oczywiście, wykonanie dokumentacji zawierającej wszystkie warunki prowadzenia pomiarów, pomiary dodatkowe oraz inne, istotne informacje.

Przeglądy z kamerą termowizyjną, począwszy od kontroli jakości w fazie instalacji, poprzez regularne sprawdzenia, pozwalają na pełne i proste kontrolowanie stanu systemu. Ułatwia to zapewnienie właściwej pracy paneli słonecznych i przedłużenie okresu ich eksploatacji. Użycie kamer termowizyjnych do przeglądu paneli słonecznych znacznie podwyższa zysk firmy uzyskany z inwestycji.

Obrazy zarejestrowane z tyłu panelu słonecznego wykazują znacznie mniej odbić niż z przodu, przez co pomiar temperatury jest znacznie dokładniejszy.



Aby wyciągnąć właściwe wnioski na podstawie obrazów w podczerwieni należy w czasie przeglądu paneli słonecznych trzymać kamerę termowizyjną pod właściwym kątem.

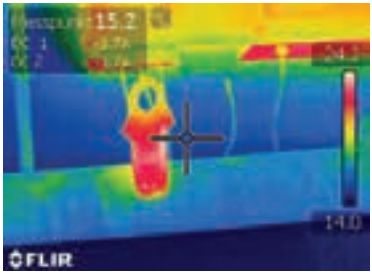


Termogram zarejestrowany kamerą FLIR P660 w czasie lotu nad farmą słoneczną (za zgodą Evi Müllers, IMM).

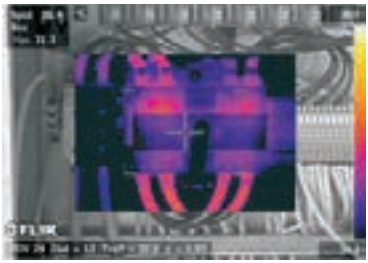
typ błędu	przykład	widoczny w obrazie jako:
wada fabryczna	zanieczyszczenia i bąble gazu	chłodne lub gorące punkty
	pęknięcia w ogniwach	grzanie się panelu, na ogół podłużna forma
uszkodzenie	pęknięcia	grzanie się panelu, na ogół podłużna forma
	pęknięcia w ogniwach	część ogniwa wydaje się cieplejsza
okresowe zacienienie	zanieczyszczenie	gorące punkty
	ptasie odchody	
	zawilgocenie	
uszkodzona dioda blokująca (powoduje zwarcia i degraduje zabezpieczenie	nie dotyczy	"mozaika"
uszkodzone złącza	moduł lub rząd modułów nie jest podłączony	moduł lub rząd modułów jest stale cieplejszy

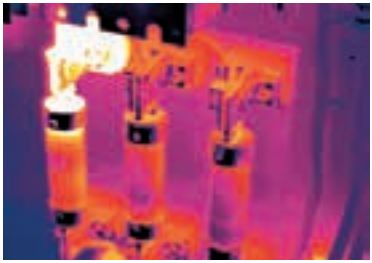
Tabela 1: Lista typowych błędów pomiarowych (Źródło: ZAE Bayern e.V, "Überprüfung der Qualität von Photovoltaik-Modulen mittels Infrarot-Aufnahmen" ["Badania jakości paneli fotowoltaicznych z wykorzystaniem zobrazowania w podczerwieni"], 2007)

Jednak kamery termowizyjne są przydatne nie tylko do przeglądów paneli słonecznych, można ich używać także do przeglądów całości obwodów elektrycznych w tym złącz, kabli, inwerterów itd..

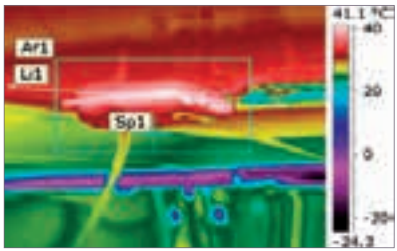


Inwerter zamienia stały prąd z panelu słonecznego na prąd przemienny. Do prowadzenia przeglądów tych urządzeń mogą służyć kamery termowizyjne. Dodatkowe informacje pozwala uzyskać miernik cęgowy Extech.





Kamer termowizyjne FLIR są wykorzystywane do przeglądów całych instalacji słonecznych, w tym kabli, złącz, bezpieczników i inwerterów. Innym słowy – całego systemu.



Kamery termowizyjne FLIR można wykorzystywać do przeglądów innych elementów baterii słonecznych takich, jak to uszkodzone złącze.

6

Przeglądy turbin wiatrowych przy pomocy kamer termowizyjnych

Jednym z najczęściej wykorzystywanych źródeł energii odnawialnej są turbiny wiatrowe. Co roku w Europie i na całym świecie instaluje się nowe turbiny wiatrowe. Wszystkie turbiny wymagają kontroli i obsług eksploatacyjnych. Kamery termowizyjne FLIR mogą odegrać ważną rolę w programach prewencyjnych przeglądów eksploatacyjnych turbin wiatrowych.

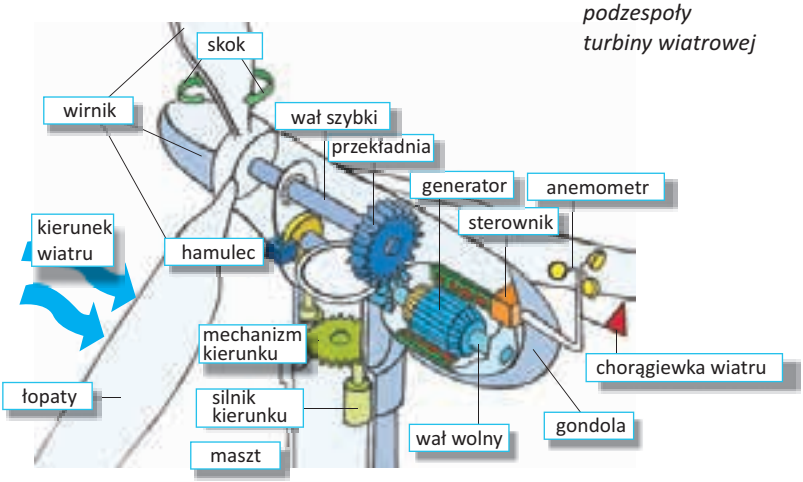
Na całym świecie kamery termowizyjne FLIR Systems są wykorzystywane do przeglądów instalacji mechanicznych i elektrycznych. Zgromadzone dane o rozkładach temperatur umożliwiają uniknięcie wypadków i kosztownych przestojów. Wszystkie krytyczne elementy turbiny wiatrowej mogą być monitorowane z wykorzystaniem kamer termowizyjnych FLIR.

Obraz w podczerwieni turbiny wiatrowej zarejestrowany z poziomu ziemi

Wypadki

Turbiny wiatrowe składają się z wielu podzespołów elektrycznych i mechanicznych. Podobnie jak inne elementy tego typu, zużywają się one i mogą ulec uszkodzeniu. Może to prowadzić nie tylko do kosztownych przestojów, ale także do groźnych wypadków.

Częstą przyczyną tych wypadków jest awaria mechanizmu hamującego lub przekładni. Przekładnia i hamulce zapobiegają zbyt szybkiemu obracaniu się łopat. Jeżeli któryś z tych elementów uszkodzi się, wówczas turbina będzie obracała się swobodnie i obciążenia łopat znacznie przewyższą wartość na jakie je zaprojektowano.



podzespoły turbiny wiatrowej

Zagrożenie dla życia

W takim wypadku końcówki łopat mogą poruszać się z prędkością kilkuset kilometrów na godzinę i kiedy łopata lub jej fragment nagle wyrwie się z wirnika, może posiadać tak wielką energię kinetyczną i pęd, że odrzuci ją na bardzo dużą odległość. Może to doprowadzić do groźnych dla życia wypadków. Wielokrotnie duże części uszkodzonej łopaty były odnajdywane dziesiątki kilometrów lub nawet dalej od turbiny z której pochodziły.

Przeglądy z pomocą kamery termowizyjnej pomagają w zapobieganiu takim wypadkom. Zarówno podzespoły mechaniczne, jak i elektryczne z reguły, zanim ulegną uszkodzeniu, silniej się nagrzewają. Kamery termowizyjne mogą być wykorzystane do wykrycia takich wzrostów temperatury, zanim dojdzie do awarii. Cieplejsze miejsca będą wyraźnie widoczne w obrazie w podczerwieni.

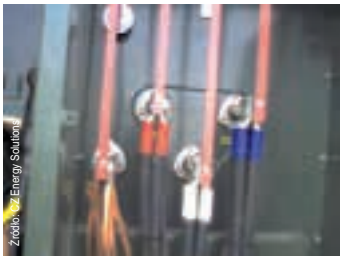
Zobrazowanie w podczerwieni pomaga zauważyć problem
Podczas gdy inne technologie mogą wskazać jedynie, że w danym urządzeniu występuje jakiś problem, kamery termowizyjne pokazują dokładnie, który podzespół jest za to odpowiedzialny. Zobrazowanie w podczerwieni, niezawodne, szybkie i wydajne, może być wykorzystywane do wykrywania oznak zużycia łożysk, wałów, przekładni i hamulców. Umożliwia ona naprawę i wymianę podzespołów zanim nastąpi awaria.

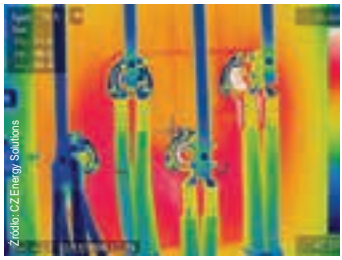
Sprawdź cały system
Kamery termowizyjne mogą być wykorzystywane do sprawdzania podzespołów elektrycznych, takich jak transformatory, złącza, silniki skoku łopaty i tym podobne. Zobrazowanie w podczerwieni jest jedyną technologią umożliwiającą sprawdzenie wszystkich podzespołów elektrycznych i mechanicznych turbiny wiatrowej i jej systemu elektrycznego.

Kamera termowizyjna FLIR: doskonałe narzędzie
Zespoły serwisantów turbin wiatrowych na całym świecie używają kamer termowizyjnych. Przy pracy w terenie wygoda korzystania z kamery nabiera szczególnego znaczenia. Wszystkie kamery FLIR są tak kompaktowe jak to tylko możliwe, ergonomicznie zaprojektowane i łatwe w użyciu. Jest to wyjątkowo ważne, jeżeli musisz wspinać się dziesiątki metrów, by przeprowadzić przegląd turbiny wiatrowej.

Ta wielka, 12 tonowa przekładnia i zespół hamulca unoszona jest z pomocą dźwigu na wysokość 60 metrów w celu zamontowania jej w gondoli turbiny.

Przegląd turbiny wiatrowej w podczerwieni. Przeprowadzono go na wysokości około 50 metrów.





Kamery termowizyjne mogą być wykorzystywane do skanowania całego systemu współpracującego z turbinami wiatrowymi. Jedno z tych złącz trzyfazowych, najbardziej z prawej, jest cieplejsze niż reszta. Ten defekt został wykryty i naprawiony zanim doszło do awarii.

Kolejnym ważnym czynnikiem jest obiektyw. FLIR Systems oferuje obiektywy o kącie widzenia 45° i 90°. Umożliwia to uchwycenie dużych części urządzeń na jednym ujęciu, nawet gdy operator znajduje się blisko nich. Ponieważ przy przeglądzie turbiny wiatrowej nie można się cofnąć, obiektywy takie są bardzo potrzebne.

FLIR Systems oferuje całą rodzinę kamer do zastosowań w budownictwie, od prostej kamery i3, przez praktyczne kamery z rodziny Ebx i B, aż po zaawansowane kamery B660. Znajdziesz wśród nich taką, która idealnie będzie pasowała do twoich zastosowań.

7

Wybór właściwego dostawcy kamery termowizyjnej

Zakup kamery termowizyjnej to długoterminowa inwestycja. Gdy zaczniesz używać kamery, od niej będzie zależeć bezpieczeństwo obiektów i ludzi w twoim zakładzie. Tym samym nie tylko wybierasz kamerę termowizyjną, która odpowiada twoim potrzebom, ale także wiarygodnego producenta, który zapewni ci wsparcie przez długi okres.

Markowy producent powinien ci zaoferować:

- **Sprzęt**
  Różni użytkownicy mają różne potrzeby. Ważne jest, by producent mógł zaoferować całą rodzinę kamer termowizyjnych, od niedrogich, prostych modeli, do kamer zaawansowanych technicznie, tak byś mógł wybrać model, który najlepiej odpowiada twoim potrzebom.

- **Software**
  Niezależnie od zastosowania kamery termowizyjnej, będzie ci także potrzebne oprogramowanie do analizowania obrazów w podczerwieni i tworzenia sprawozdań dla klientów lub przełożonych. Wybierz kamerę do której otrzymasz oprogramowanie odpowiednie do twoich zadań.

- **Akcesoria**
  Gdy tylko zaczniesz używać kamery termowizyjnej i odkryjesz wszystkie zalety jakie ma ona do zaoferowania, twoje potrzeby mogą się zmienić. Sprawdź, czy twój system będzie można wzbogacać w miarę wzrostu twoich potrzeb. Producent powinien oferować ci różne obiektywy, wyświetlacze itd.

- **Serwis**
  Wprawdzie większość kamer termowizyjnych to urządzenia bezobsługowe, upewnij się, że masz w pobliżu centrum serwisowe, na wypadek, gdyby cokolwiek stało się z twoją kamerą. Poza tym, kamery termowizyjne należy co jakiś czas ponownie kalibrować. W obu wypadkach nie chciałbyś wysyłać swojej kamery na drugi koniec świata, lecz do pobliskiego serwisu, by jak najszybciej dostać ją z powrotem,

- **Szkolenie**
  Umiejętność obsługi kamery to jeszcze nie wszystko. Świat termowizji jest znacznie rozleglejszy. Wybierz producenta, który zapewni ci dobre szkolenie i - jeśli będzie to konieczne - pomoże ci wykorzystać kamerę do twoich zastosowań.

8

Jak znaleźć najlepsze rozwiązanie

W zasadzie, istnieje sześć najważniejszych warunków, które należy wziąć pod uwagę poszukując optymalnej oferty na kamerę termowizyjną, oprogramowanie i szkolenie:

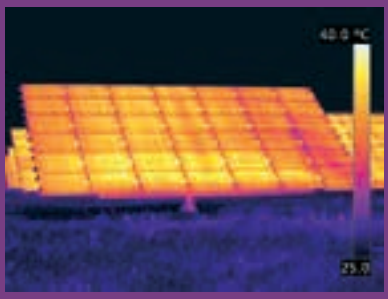
1. Rozdzielczość kamery. Jakość obrazu
2. Czułość temperaturowa
3. Dokładność
4. Funkcje kamery
5. Oprogramowanie
6. Potrzeby w zakresie szkolenia

1. Rozdzielczość kamery
Jakość obrazu i rozdzielczość kamery to bardzo ważne czynniki. Najtańsze kamery mają rozdzielczość 60x60 pikseli, zaś najbardziej zaawansowane modele 640x480 pikseli.

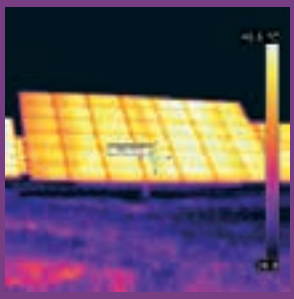
Kamery termowizyjne z rozdzielczością 320 x 240 lub 640 x 480 pikseli dostarczają obrazu o doskonałej jakości. W bardziej zaawansowanych przeglądach, standardem wśród operatorów termowizji staje się obecnie rozdzielczość 640 x 480 pikseli.

Kamera o rozdzielczości 640 x 480 pikseli ma 307200 punktów pomiarowych w jednym obrazie, cztery razy więcej niż kamery o rozdzielczości 320 x 240 i z 76800 punktami pomiarowymi. Oznacza to nie tylko większą dokładność pomiarów, lecz także ogromną różnicę w jakości obrazu.

Wysoka rozdzielczość pomaga lepiej widzieć i rozumieć.



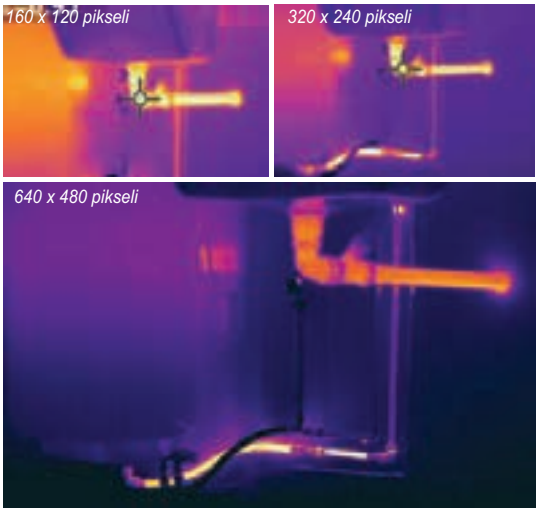
Obraz w podczerwieni: 640 x 480 pikseli

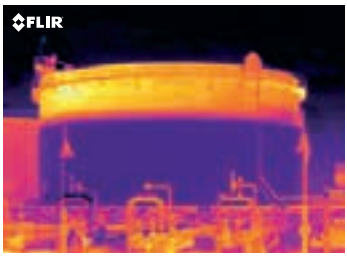


Obraz w podczerwieni: 180 x 180 pikseli

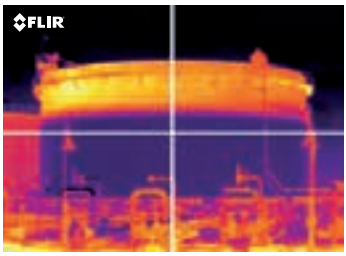
Przy pomocy kamery o większej rozdzielczości możesz pokryć większy obiekt z tą samą szczegółowością. Aby uzyskać taką szczegółowość, przy użyciu kamery o niższej rozdzielczości potrzebujesz większej ilości obrazów.

Z pomocą kamery o rozdzielczości 640 x 480 pikseli wyposażonej w obiektyw 45 stopniowy, można w jednym obrazie objąć obszar około 4 m x 3 m z odległości 5 m.. Aby obejrzeć ten sam obszar z pomocą kamery o rozdzielczości 320 x 240 pikseli, także z obiektywem 45 stopniowym, trzeba z połowy odległości zarejestrować cztery obrazy. Z rozdzielczością rośnie nie tylko wydajność w miejscu pomiaru, ale także w czasie jego dokumentowania.





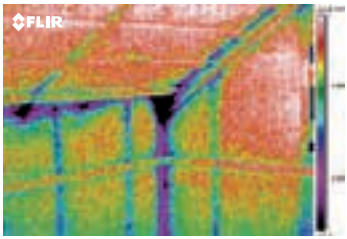
640 x 480 pikseli: potrzebny jeden obraz.



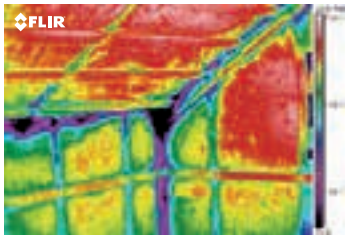
320 x 240 pikseli: potrzebne cztery obrazy zarejestrowane z odległości mniejszej o połowę.

2. Czułość temperaturowa

Czułość temperaturowa mówi, jak małe różnice temperatur umie wykryć kamera. Im wyższa czułość temperaturowa, tym mniejsza jest minimalna różnica temperatur, którą kamera może wychwycić i zwizualizować. Czułość temperaturową podaje się na ogół w °C lub w mK. Najbardziej zaawansowane kamery do zastosowań budowlanych mają czułość 0,03 °C (30 mK).



Czułość 65 mK.



Czułość 45 mK .

Zdolność do wykrywania tak minimalnych różnic temperatury ma znaczenie w większości zastosowań termowizji. Wysoka czułość kamery jest szczególnie istotna w zastosowaniach budowlanych, gdzie występują bardzo małe różnice temperatur. Taka czułość jest niezbędna by uzyskać szczegółowe obrazy umożliwiające postawienie lepszej diagnozy, niezbędnej do zaplanowania dalszych działań. Im jest ona wyższa, tym większa szansa, że kamera uchwyci dokładny obraz nawet przy niewielkich różnicach temperatur.

3. Dokładność

Wszystkie pomiary są obarczone błędem. Pomiary termowizyjne, niestety nie są wyjątkiem. Tu właśnie odgrywa kluczową rolę dokładność zobrazowania w podczerwieni.

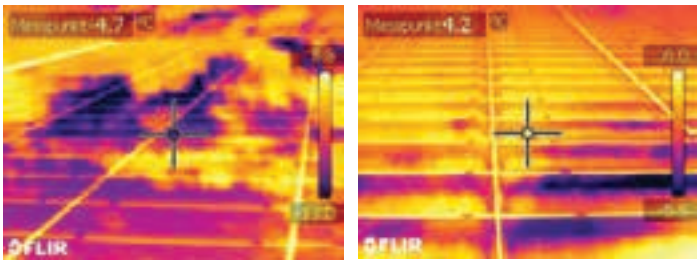
W kartach danych technicznych dokładność jest wyrażana w procentach i w stopniach Celsjusza. Jej wartość opisuje margines błędu z jakim mierzy kamera. Zmierzona temperatura może różnić się od temperatury rzeczywistej o wartość podaną w procentach lub o wartość temperatury, zależnie od tego, która z tych wartości jest większa.

Obecnie standardowa dokładność wynosi ±2% / ±2°C. Bardziej zaawansowane kamery termowizyjne FLIR mają dokładność lepszą niż ±1% / ±1°C.

4. Funkcje kamery

Współczynnik emisyjności i temperatura odbita

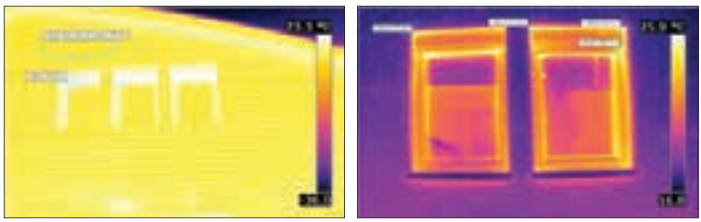
Emisyjność ciała to bardzo ważny parametr, który trzeba wziąć pod uwagę. Wszystkie kamery termowizyjne FLIR do zastosowań przemysłowych umożliwiają operatorowi ustawienie współczynników emisyjności i temperatury odbitej. Możliwość ustawienia tych parametrów to bardzo istotna cecha. Kupując kamerę powinieneś upewnić się, czy konstrukcja kamery daje taką możliwość.



Na obrazie wyraźnie widać, że odbicia mogą stanowić problem. Kamera termowizyjna wyświetla obraz w podczerwieni zawierający odbicia wywołane przez chmury. W czasie pomiaru, odczyt temperatury będzie wypadkową temperatury panelu i odbitej temperatury chmur.

Ręczna korekcja rozpiętości i poziomu temperatur

Kolejną ważną cechą kamery jest możliwość ręcznego ustawienia rozpiętości i poziomu temperatury w wyświetlanych obrazach. Bez tej funkcji, kamera automatycznie wykrywa najniższą i najwyższą temperaturę w całym obrazie i wyświetla temperatury mieszczące się między nimi. Jednak czasem operator jest zainteresowany niewielką częścią skali temperatury.



Rozpiętość automatycznie wyregulowanego obrazu z lewej jest zbyt duża. Na ręcznie wyregulowanym obrazie z prawej wyraźnie widać wyciek, prawie niewidoczny w obrazie wyregulowanym automatycznie.

Sygnalizacja punktu rosy, wilgotności względnej i wad izolacji

sygnalizacja punktu rosy

Punkt rosy jest temperaturą w której para wodna zawarta w pewnej objętości powietrza ulegnie skropleniu. W tym punkcie wilgotność względna będzie wynosiła 100%. Po ustawieniu parametrów w kamerze, sygnalizacja izolacji automatyczne poinformuje operatora gdzie, wskutek wad konstrukcji budynku, występuje taka sytuacja.

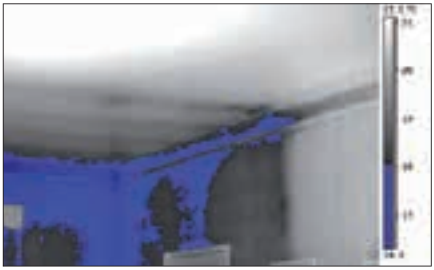
sygnalizacja wilgotności względnej

W pewnych warunkach, w obszarach gdzie wilgotność względna wynosi mniej niż 100% będzie pojawiać się pleśń. Do wykrycia tych obszarów nie można używać sygnalizacji punktu rosy, ponieważ funkcja ta znajduje jedynie obszary gdzie wilgotność względna wynosi 100%.

W celu wykrycia obszarów, w których wilgotność względna wynosi mniej niż 100% używana jest sygnalizacja wilgotności względnej. Użytkownik może ustawić poziom wilgotności względnej, powyżej której uruchamia się sygnalizacja.

sygnalizacja wad izolacji

Sygnalizacja izolacji służy do wykrywania miejsc, w których izolacja budynku może być niedostateczna. Sygnalizacja uruchamia się, gdy energia uciekająca przez ściany przekracza ustaloną wartość.

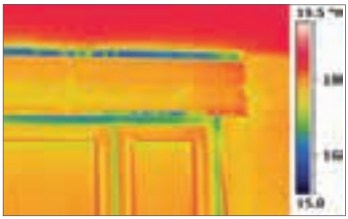


Sygnalizacja wilgotności względnej informuje, gdzie znajdują się obszary zagrożone zawilgoceniem. W tym obrazie miejsca takie są zaznaczone na niebiesko.

Sygnalizacja izolacji wskazuje, gdzie znajdują się miejsca o temperaturze wyższej lub niższej od zadanej, barwiąc je na inny kolor.

Kamera cyfrowa

Niekiedy trudno jest się zorientować, jakie elementy zarejestrowano na obrazie w podczerwieni. W takim wypadku zarejestrowanie obrazu obiektu w świetle widzialnym może być bardzo pomocne. W tym celu w kamery termowizyjne FLIR wbudowano kamery cyfrowe. Większość specjalistów od przeglądów budowlanych używających kamer termowizyjnych twierdzi, że zawsze rejestrują też obraz w świetle widzialnym, by mieć pewność, co oglądają na obrazie w podczerwieni.



Obraz w podczerwieni

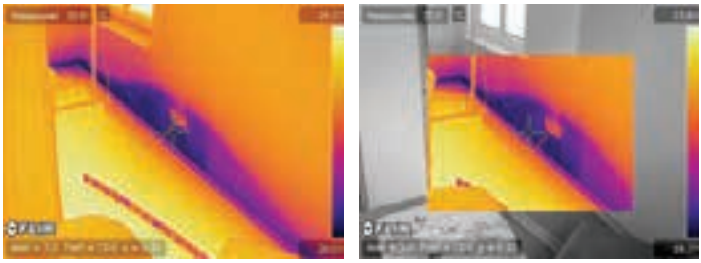
Obraz widzialny

Lampa LED

Lampa oświetlająca gwarantuje, że wbudowana kamera światła widzialnego zapisze ostre obrazy, potrzebne do wykorzystania funkcji obrazu w obrazie (Picture in Picture) lub fuzji obrazów (Thermal Fusion), niezależnie od warunków oświetleniowych.

Obraz w obrazie - Picture in Picture

Wykorzystując funkcję obrazu w obrazie (Picture in Picture -PiP) operator może łączyć obrazy z kamery światła widzialnego i termowizyjnej. Połączony obraz będzie zawierał wstawkę z fragmentem obrazu w podczerwieni umieszczoną w obrazie widzialnym. Wstawkę tę można przemieszczać po obrazie i zmieniać jej rozmiary. Ułatwia to operatorowi lepsze zlokalizowanie problemów.

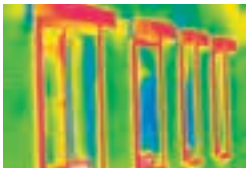


Obraz wycieku dobitnie ilustruje zalety funkcji Picture-in-Picture, dzięki której klient od razu wie, gdzie znajduje się problem. Ustalenie jego położenia nie byłoby tak łatwe gdyby do dyspozycji był jedynie obraz w podczerwieni.

Fuzja obrazów - Thermal Fusion

Funkcja ta umożliwia operatorowi płynne łączenie dwóch obrazów przez ustawianie progów temperatury wewnątrz których wyświetlany jest obraz w podczerwieni. Na zewnątrz tych progów wyświetlana jest fotografia cyfrowa. Ułatwia to wykrycie problemu i przyśpiesza naprawę.

Obraz w podczerwieni



Obraz z zastosowaniem fuzji obrazów

Obraz widzialny

Wskaźnik laserowy

Niektóre kamery termowizyjne mają wbudowane wskaźniki laserowe. Istnieje kilka powodów, by uważać wskaźnik za dużą zaletę.

Wskaźnik laserowy pokazuje miejsce, w które patrzy obiektyw kamery termowizyjnej. Za jednym naciśnięciem przycisku zobaczysz, gdzie dokładnie skierowany jest obiektyw kamery i bez potrzeby zgadywania ustalisz, który obiekt jest przedmiotem pomiaru.

Kolejnym powodem jest bezpieczeństwo. Wskaźnik laserowy eliminuje przyzwyczajenie, by wskazywać obiekt palcem, co w pewnych sytuacjach może być niebezpieczne.

Wymienne obiektywy

Gdy tylko zaczniesz używać kamery termowizyjnej i odkryjesz wszystkie możliwości jakie ona oferuje, twoje potrzeby mogą się zmienić. Wymienne obiektywy pomogą ci zaadoptować twoją kamerę termowizyjną do każdej sytuacji. W większości zastosowań najlepiej sprawdza się standardowy obiektyw, lecz niekiedy potrzebny jest obiektyw o innym polu widzenia.

Niekiedy nie masz dość miejsca, by cofnąć się i objąć cały obraz. Najlepszym rozwiązaniem może być wówczas obiektyw szerokokątny. Takim obiektywem można prowadzić przegląd z odległości zaledwie kilku metrów.

Obiektyw szerokokątny jest przydatny do obserwacji całych budynków, z niedużej odległości Jeżeli badany obiekt jest oddalony, wygodnie będzie użyć teleobiektywu. Jest on idealny do obserwowania małych lub odległych obiektów.

Ergonomia i łatwość obsługi.

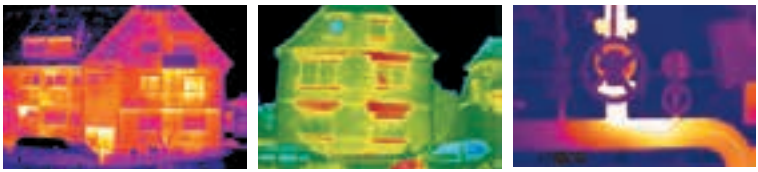
Każde często używane narzędzie powinno być lekkie, niewielkie i łatwe w obsłudze. Ponieważ operatorzy coraz częściej i coraz dłużej korzystają ze swoich kamer, bardzo ważna jest ich ergonomiczna konstrukcja. Aby efektywnie korzystać z kamery ważne jest, aby układ menu i funkcjonowanie przycisków były intuicyjne.

FLIR Systems stara się jak najlepiej wybrać proporcje masy, funkcjonalności i łatwości obsługi w produkowanych przez siebie kamerach. Ta strategia zapewniła firmie liczne wyróżnienia.

Format obrazu

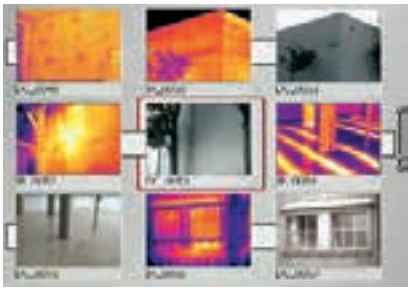
Dla szybkiego sporządzenia raportu ważny jest format w jakim kamera rejestruje obrazy w podczerwieni. Niektóre kamery zapisują obrazy w zastrzeżonym formacie, co oznacza, że do przekonwertowania ich na standardowy obraz JPEG będzie ci potrzebne dodatkowe oprogramowanie.

Kamera FLIR zapisuje obrazy w radiometrycznym formacie JPEG. Oznacza to, że wszystkie dane temperaturowe są zawarte w obrazie. Obrazy te możesz bez trudu wykorzystywać z w standardowym oprogramowaniu.



Wszystkie kamery termowizyjne FLIR zapisują obrazy w formacie JPEG.

Galeria miniatur.



Przy zapisywaniu obrazów w podczerwieni ważne jest by łatwo odnaleźć obrazy wcześniej zapisane w pamięci kamery w celu porównania. Wszystkie kamery FLIR posiadają więc łatwą w obsłudze funkcję galerii, umożliwiającej szybki przegląd zapisanych obrazów i znalezienie poszukiwanego obrazu - jest to duże udogodnienie pozwalające na zaoszczędzenie czasu.

Komentarze tekstowe i dźwiękowe

Aby jeszcze bardziej przyśpieszyć przeglądy i tworzenie raportów, niektóre kamery termowizyjne umożliwiają zapisywanie komentarzy testowych przy pomocy wbudowanego ekranu dotykowego. Część kamer termowizyjnych pozwala na zapisanie komentarzy dźwiękowych w czasie pracy, co skraca do zera czas poświęcony na pisanie notatek w czasie przeglądu.

Lokalizacja GPS

Czy zdarzyło ci się zapomnieć, w jakim miejscu zarejestrowałeś któryś z obrazów? Czy nie szukałeś daremnie notatek, by przypomnieć sobie, gdzie to było? Niektóre z najbardziej zaawansowanych modeli mają system GPS pozwalający dodawać do obrazu dane o współrzędnych geograficznych miejsca, gdzie go zarejestrowano. Technologia GPS pomoże ci zapisać dane o położeniu miejsca rejestracji każdego z obrazów.

Kompatybilność z zewnętrznymi przyrządami pomiarowymi

Niekiedy, sama temperatura nie dostarcza wszystkich, niezbędnych informacji o obiekcie. Aby je uzupełnić, specjaliści od przeglądów budowlanych używają zewnętrznych czujników, takich jak higrometry. Wartości z higrometru można zanotować, a później przepisać do raportu. Jednak taka metoda jest nieefektywna i podatna na błędy.

W celu zapewnienia niezawodnych i szybkich przeglądów FLIR oferuje kamery, które automatycznie zapisują wartości z higrometru w obrazie w podczerwieni z wykorzystaniem połączenia MeterLink przez Bluetooth. Koniec z przepisywaniem notatek. Higrometr automatycznie i bezprzewodowo przekazuje dane do kamery i zapisuje je w odpowiednim obrazie w podczerwieni.

MeterLink umożliwia bezprzewodowe podłączenie higrometru Extech do kamery termowizyjnej FLIR.

Połączenie bezprzewodowe

Z technologią WiFi możesz bezprzewodowo łączyć się z kamerą i przesyłać z niej obrazy bezpośrednio do smartfonu lub tabletu.

5. Oprogramowanie

Po dokonaniu przeglądu będziesz zapewne prezentował rezultaty przełożonym lub klientom. Analizowanie obrazów w podczerwieni i tworzenie wyczerpujących raportów z przeglądów to bardzo ważne zadania. Upewnij się, że podstawowe oprogramowanie, z którym dostarczana jest kamera termowizyjna umożliwia ich wykonanie.

Większość oprogramowania dostarczanego z kamerą termowizyjną umożliwia przeprowadzenie podstawowych analiz i stworzenie prostych raportów. Obejmują one pomiar temperatury w pojedynczym punkcie i kilka innych narzędzi pomiarowych. W razie, gdybyś potrzebował innych opcji analizy i tworzenia raportów, producent kamery termowizyjnej powinien zaoferować ci bogatszy pakiet oprogramowania. Funkcje tego pakietu powinny obejmować, na przykład:

- elastyczny układ strony raportu, dający się dostosować do potrzeb klientów
- rozbudowane narzędzia analizy temperatury, wiele punktów, obszary, pomiar temperatury różnicowej
- trzyfunkcyjny Picture-in-Picture (ruchomy, zmiennowymiarowy, skalowalny)
- funkcja trendu
- tworzenie formuł z wykorzystaniem wartości pomiarów temperaturowych
- odtwarzanie sekwencji radiometrycznych bezpośrednio w raporcie
- funkcja przeszukiwania do szybkiego znalezienia obrazów do twojego raportu
- narzędzie panoramy do łączenia kilku obrazów w jeden duży

Posiadając dobre dane z analizy i dobry raport z przeglądu będziesz mógł jasno wskazać swoim przełożonym lub klientom, gdzie znajdują się potencjalne problemy i przekonać ich do podjęcia niezbędnych działań prewencyjnych.

6. Potrzeby szkoleniowe

FLIR współpracuje z Infrared Training Center (ITC), niezależną, legitymującą się certyfikatem ISO, organizacją szkoleniową o światowym zasięgu. ITC oferuje wszelkie szkolenia, od krótkich kursów po szkolenia certyfikujące. Więcej informacji znajdziesz na www.infraredtraining.com.

itc INFRARED TRAINING CENTER

9 Jak prowadzić przeglądy w podczerwieni

Wreszcie dotarła twoja kamera termowizyjna i możesz zacząć przeglądy. Ale od czego zacząć? W tej części przewodnika zaprezentujemy niektóre metody pracy w podczerwieni, by ułatwić ci start.

1. Określ zadanie

Rozpocznij od wywiadu z klientem dotyczącego stanu budynku. Na przykład: czy ostatnio nastąpił wzrost zużycia energii? Czy wewnątrz jest chłodno? Czy czuć przeciągi? Następnie ustal temperaturę wewnątrz i na zewnątrz i upewnij się, że różnica temperatur jest odpowiednia do prowadzenia przeglądu (co najmniej 10°C).

2. Rozpocznij od zewnątrz

Przegląd w podczerwieni rozpocznij od zewnątrz. Powinny być stąd widoczne braki w izolacji lub mostki termiczne. Ważne jest także, by zarejestrować obrazy w podczerwieni miejsc, w których wszystko wydaje się być w porządku. Pozwoli to na porównanie rezultatów z obrazami na których widać wady i ustalenie zasięgu rozmaitych, wykrytych problemów.

3. Kontynuuj w środku

Następnym krokiem będzie ocena sytuacji we wnętrzu. Wymaga to jednak pewnych przygotowań. Aby wnętrze było gotowe do przeglądu należy podjąć pewne kroki zapewniające uzyskanie dokładnych rezultatów. Może okazać się konieczne odsunięcie mebli od ścian zewnętrznych i zdjęcie kotar. Najlepiej zrobić to co najmniej sześć godzin przed przeglądem tak, by izolujące właściwości mebli nie wpływały na odczyty z kamery termowizyjnej. Jak wcześniej stwierdzono, przy przeglądach termowizyjnych niezbędna jest duża różnica temperatur (co najmniej 10°C) między wnętrzem a otoczeniem zewnętrznym.

Po spełnieniu tych warunków, operator może rozpocząć skanowanie kamerą wszystkich pomieszczeń w budynku. Operator powinien przy tym prowadzić dokładne notatki, gdzie rejestrował każdy z obrazów, na przykład, zaznaczając położenie strzałkami na planie piętra, by wiedzieć dokładnie pod jakim kątem dokonywał każdej z rejestracji.

4. Przeprowadź próbę szczelności

Niewielkie pęknięcia i szczeliny mogą powodować przeciągi. Są one nie tylko irytujące, ale mogą też powodować poważne straty energii. Przeciągi mogą odpowiadać za straty połowy energii zużywanej na ogrzewanie. Próba szczelności, nazwana także "drzwiami ciśnieniowymi" powinna ujawnić najmniejsze szczeliny.

"Drzwi ciśnieniowe" ułatwiają znalezienie miejsc przenikania powietrza przez zewnętrzne części budynku.

System "drzwi ciśnieniowych" składa się z trzech elementów: kalibrowanego wentylatora, panelu drzwiowego i urządzenia do pomiaru przepływu powietrza w wentylatorze i ciśnienia w budynku. Wentylator "drzwi ciśnieniowych" jest umieszczany w odrzwiach wejściowych i uszczelniany z pomocą panelu. Wentylator tłoczy powietrze do, lub z budynku, co powoduje niewielkie zmiany ciśnienia między wnętrzem a otoczeniem zewnętrznym.

"Drzwi ciśnieniowe" są zazwyczaj montowane w drzwiach wejściowych.

“Drzwi ciśnieniowe” wykorzystują wentylator by wyciągać lub wtłaczać powietrze do pomieszczenia, przez co powstaje różnica temperatur. W sytuacjach, kiedy powietrze na zewnątrz jest chłodniejsze, najczęściej powietrze wysysa się na zewnątrz. W rezultacie ciśnienie wewnątrz budynku jest niższe niż na zewnątrz. Różnica ta wynosi około 50 paskali.

Wskutek różnicy ciśnień, powietrze z zewnątrz będzie intensywnie wdzierało się do pomieszczenia przez szczeliny. Powietrze to schłodzi miejsca, gdzie znajdują się szczeliny. Ta różnica temperatur będzie wyraźnie widoczna w podczerwieni jako chłodniejszy obszar. Operator będzie mógł wówczas dokładnie zlokalizować i oznaczyć drogę przenikania powietrza.

5. Analiza i raporty

Po dokonaniu przeglądu czas wrócić do biura by przeanalizować obrazy i podsumować ustalenia w formie raportu.

Stworzone przez FLIR oprogramowanie, takie jak QuickReport, QuickPlot, BuildIR i Reporter pozwala operatorowi szybko i efektywnie utworzyć wyczerpujący raport z przeglądu, który można przedstawić klientom i współpracownikom.

FLIR BuildIR

Oprogramowanie FLIR BuildIR ułatwia analizę obrazów w podczerwieni i ocenę problemów występujących w budynkach, takich jak przenikanie powietrza, wady izolacji, mostki termiczne i zawilgocenie, w formie profesjonalnego raportu. Dzięki nowym, unikalnym funkcjom umożliwia ono także oszacowanie kosztów strat ciepła.

Oprogramowanie zawiera edytor obrazów do ich zaawansowanej analizy, narzędzie panoramy oraz narzędzie czujnika do tworzenia wykresów ilustrujących warunki panujące w czasie przeglądu. Funkcja panoramy pozwala na połączenie kilku obrazów w jeden duży, oraz przycinanie obrazów i korekcję perspektywy. Inne funkcje służą do pomiarów w obszarze, szacowania kosztów energii oraz projektowania indywidualnych szablonów do tworzenia raportów z przeglądów w budynkach.

FLIR Reporter

Ponieważ FLIR Reporter jest oparty na powszechnie znanym programie Microsoft Office Word, jest intuicyjny i prosty w obsłudze. Większość ludzi umie obsługiwać program Word, więc po minimalnym szkoleniu może rozpocząć tworzenie profesjonalnych raportów używając znanych z Worda funkcji, w tym automatycznego sprawdzania pisowni i gramatyki.

FLIR Reporter posiada także wiele zaawansowanych funkcji, takich jak: Picture-in-Picture, Thermal Fusion, dane GPS, zoom cyfrowy, zmiany palet barwnych, odtwarzanie komentarzy dźwiękowych zarejestrowanych w czasie przeglądu i automatyczna konwersja raportów do formatu Adobe .pdf.

NOTATKI

FLIR i3 / i5 / i7

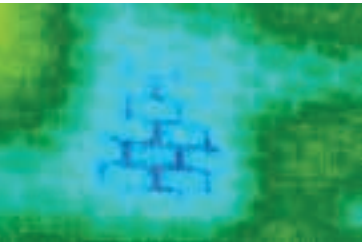
FLIR Ebx

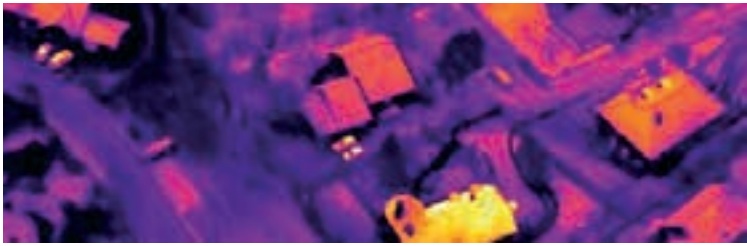
FLIR B-

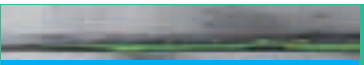
FLIR T640bx

FLIR B620/B660

Po rejestracji na www.flir.com







Aby porozmawiać z ekspertem od kamer termowizyjnych prosimy o kontakt z :

FLIR Commercial Systems B.V.
Luxemburgstraat 2
2321 Meer
Belgium
Tel. : +32 (0) 3665 5100
Fax : +32 (0) 3303 5624
e-mail: flir@flir.com

FLIR Systems Germany
Berner Strasse 81
D-60437 Frankfurt am Main
Germany
Tel.: +49 (0)69 95 00 900
Fax: +49 (0)69 95 00 9040
e-mail: flir@flir.com

FLIR Systems Spain
Avenida de Bruselas, 15- 3°
28108 Alcobendas (Madrid)
Spain
Tel. : +34 91 573 48 27
Fax.: +34 91 662 97 48
e-mail: flir@flir.com

FLIR Systems Sweden
Antennvägen 6,
PO Box 7376
SE-187 66 Täby
Sweden
Tel.: +46 (0)8 753 25 00
Fax: +46 (0)8 753 23 64
e-mail: flir@flir.com

FLIR Systems France
20, bd de Beaubourg
77183 Croissy-Beaubourg
France
Tel.: +33 (0)1 60 37 01 00 (55 02 PM/BLD/Law enforcement)
Fax: +33 (0)1 64 11 37 55

FLIR Systems, Middle East FZE
Dubai Airport Free Zone
P.O. Box 54262
Office B-22, Street WB-21
Dubai - United Arab Emirates
Tel.: +971 4 299 6898
Fax: +971 4 299 6895
e-mail: flir@flir.com

FLIR Systems UK
2 Kings Hill Avenue - Kings Hill
West Malling
Kent
ME19 4AQ
United Kingdom
Tel.: +44 (0)1732 220 011
Fax: +44 (0)1732 843 707
e-mail: flir@flir.com

FLIR Systems Italy
Via Luciano Manara, 2
I-20812 Limbiate (MB)
Italy
Tel.: +39 (0)2 99 45 10 01
Fax: +39 (0)2 99 69 24 08
e-mail: flir@flir.com

FLIR Systems Russia
6 bld.1, 1st Kozjevnichesky lane
115114 Moscow
Russia
Tel.: + 7 495 669 70 72
Fax: + 7 495 669 70 72
e-mail: flir@flir.com