

**Katedra Silników Spalinowych
i Pojazdów ATH
ZAKŁAD TERMODYNAMIKI**

**LABORATORIUM TRANSPORTU MASY
I ENERGII**

**WYZNACZANIE EMISYJNOŚCI
I TEMPERATURY OBIEKTÓW
Z ZASTOSOWANIEM KAMERY
TERMOWIZYJNEJ**

Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z pojęciami związanymi z termowizją oraz wyznaczenie emisyjności oraz temperatury materiału badanego przy pomocy kamery termowizyjnej FLIR i7.

Wstęp teoretyczny

Podczerwień (promieniowanie podczerwone) jest to promieniowanie elektromagnetyczne o długości fal pomiędzy światłem widzialnym a falami radiowymi. Oznacza to zakres o długościach od 780 nm do 1 mm. Każde ciało o temperaturze większej od zera bezwzględnego emituje promieniowanie ciepłe. Już w temperaturze kilku kelwinów ciała emitują promieniowanie elektromagnetyczne w zakresie dalekiej podczerwieni, ciała o temperaturze pokojowej emitują najwięcej promieniowania o długości fali rzędu 10 μm . Przedmioty o wyższej temperaturze emitują więcej promieniowania i o mniejszej długości, co pozwala na ich łatwe wykrycie. Promieniowanie podczerwone odkrył w 1800 roku Sir William Herschel, który podczas badania temperatur poszczególnych kolorów widma światła przepuszczonego przez pryzmat, zauważył, że temperatura wzrasta dalej po przekroczeniu widzialnego widma koloru czerwonego (stad nazwa promieniowania podczerwonego).

Termografia

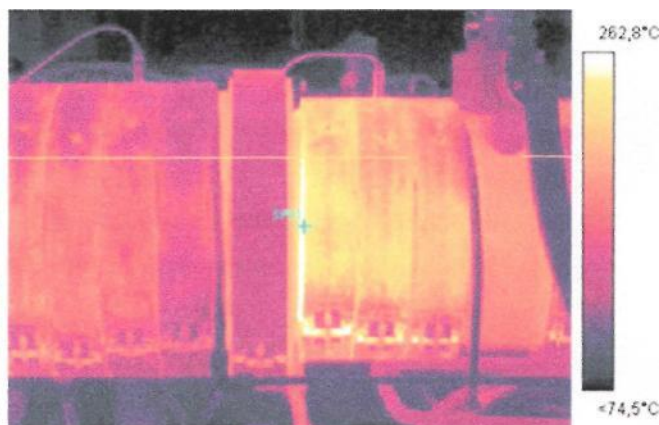
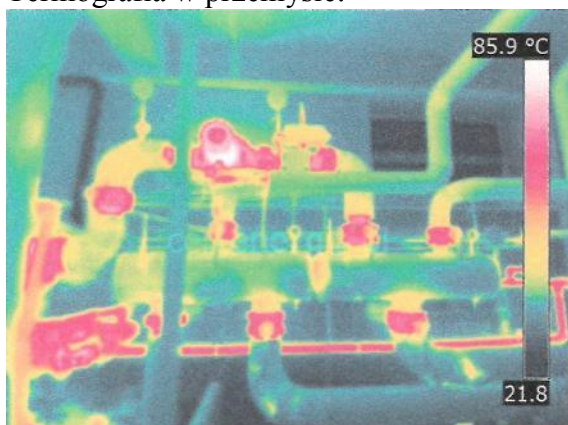
Termografia to proces obrazowania w paśmie średniej podczerwieni (długości fali od ok. 0,9 do 14 μm). Pozwala on na rejestrację promieniowania ciepłego emitowanego przez ciała fizyczne w przedziale temperatur spotykanych w warunkach codziennych, bez konieczności oświetlania ich zewnętrznym źródłem światła oraz dodatkowo na dokładny pomiar temperatury tych obiektów. Termografia wykorzystywana jest między innymi w zastosowaniach naukowych, medycznych, policyjnych, wojskowych, przy diagnostyce urządzeń mechanicznych, obwodów elektrycznych i budynków. Termografia obecnie uważana jest za najbardziej nowoczesną i atrakcyjną metodę pomiaru temperatury na odległość. W przemyśle termografia wykorzystywana jest do kontroli procesów technologicznych, w których panują wysokie temperatury oraz do wykrywania usterek maszyn objawiających się nadmiernym nagrzewaniem elementów mechanicznych lub elektrycznych. Badania termowizyjne w budownictwie wykorzystywane są do sprawdzania jakości i szczelności izolacji cieplnej budynków. Są szybką, nowoczesną i niezawodną metodą diagnostyczną izolacyjności cieplnej budynków oraz jakości wykonania. Na wiarygodność pomiaru temperatury przy pomocy termowizji ma wpływ szereg czynników towarzyszących pomiarowi. Dokładny pomiar rozkładu temperatury wymaga dodatkowych zabiegów mających na celu określenie emisyjności badanej powierzchni, wyeliminowanie wpływu ewentualnych błędów w jej określeniu oraz określenie wpływu otoczenia na wynik pomiaru. Z powodu tych trudności w termowizyjnych badaniach izolacyjności cieplnej ścian budynków stosuje się na ogół podejście jakościowe lokalizując jedynie miejsca o podwyższonej temperaturze i tym samym o nadmiernych stratach ciepła, nie dążąc do wyznaczenia dokładnej wartości temperatury.

Kamera termowizyjna może służyć do wykonywania pomiarów temperatury obiektów lub ich części. Pomiar taki wykonuje się drogą pośrednią, na podstawie pomiaru promieniowania podczerwonego pochodzącego z obiektu. Oprócz pomiaru kamera zwykle umożliwia również zobrazowanie oraz zapis rozkładu temperatury.

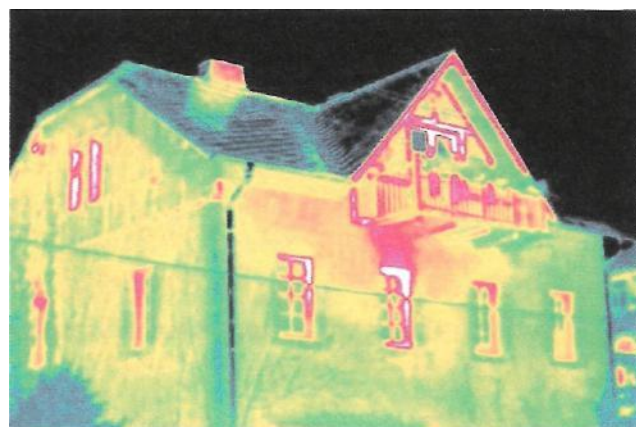
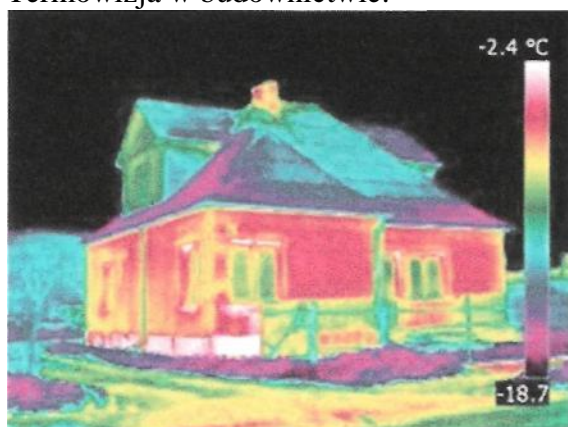
Przykłady zastosowania kamery termowizyjnej:

- szkody spowodowane przez wilgoć i wodę - uszkodzony obszar posiada inną właściwość przewodnictwa cieplnego oraz inną, w stosunku do otaczającego go materiału, pojemność cieplną,
- uszkodzony styk w gnieździe - nieprawidłowo podłączony styk przewodów elektrycznych może powodować lokalny wzrost temperatury,
- utlenione gniazdo - utlenienie styków gniazda może prowadzić do lokalnego wzrostu rezystancji, a to z kolei na obrazie termowizyjnym jest widoczne jako obszar o wyższej temperaturze,
- niedobory izolacji - kamera termowizyjna pozwala zobaczyć miejsca ubogie w izolację termiczną, ponieważ posiadają one inną właściwość przewodnictwa cieplnego, w stosunku do obszarów poprawnie zaizolowanych

Termografia w przemyśle:



Termowizja w budownictwie:



Największym problemem jest brak możliwości jednoznacznego powiązania emitowanej przez obiekt energii z jego temperaturą (emisja energii jest funkcją emisyjności danego obiektu). Ponadto kamera odbiera również promieniowanie z otoczenia wokół badanego przedmiotu. Powyższe efekty muszą zostać skompensowane jeszcze przed

wykonaniem pomiaru, dlatego należy pamiętać o wprowadzeniu do pamięci kamery odpowiednich parametrów. Do najistotniejszych spośród nich zaliczyć można:

- emisyjność,
- odbitą temperaturę pozorną,
- odległość kamery od badanego obiektu,
- warunki środowiska - np. wilgotność względną i temperaturę otoczenia.

Emisyjność

Emisyjność jest miarą intensywności promieniowania z obiektu badanego w stosunku do intensywności promieniowania powierzchni ciała doskonale czarnego o tej samej temperaturze. Emisyjność obiektów zawiera się w zakresie od 0,1 do 0,95. Gdy przyjmuje wartość poniżej 0,1 mamy do czynienia z ciałami o powierzchni wypolerowanej (lustrami). Zwiększenie emisyjności można uzyskać np. poprzez zmatowienie powierzchni (pomalowanie lub oksydowanie). Wartość emisyjności zależy również od temperatury obiektu, przy czym np. dla metali rośnie ze wzrostem temperatury, a dla niemetali ulega zmniejszeniu.

Urządzenie pomiarowe

Pomiar wykonujemy przy użyciu kamery termowizyjnej FLIR i7.

Wybrane dane techniczne kamery:

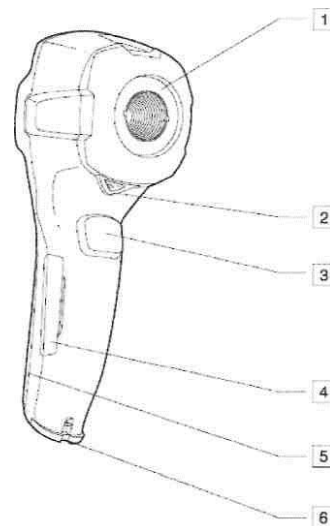
Rozdzielczość w podczerwieni (piksele)	140x140
Pole widzenia	25°x25°
Czułość termiczna	0,1 °C
Minimalna ogniskowa	0,6m
Zakres temperatur obiektu	0 - +250°C
Punkt pomiarowy	Centralny
Korekcja emisyjności	0,1-1
Tabela emisyjności	Tabela emisyjności materiałów predefiniowanych
Korekcja odbitej temperatury pozornej	Automatyczna, na podstawie odbitej temperatury
Zakres temperatur pracy	0 - +50°C
Masa kamery z akumulatorem	0,34kg



Budowa kamery:

Opis poszczególnych elementów kamery:

- 1 - Obiektyw na podczerwień,
- 2 - Dźwignia do otwierania i zamykania osłony obiektywu,
- 3 - Przycisk wyzwalający rejestrację obrazów,
- 4 - Osłona złącza oraz gniazda karty pamięci,
- 5 - pokrywa komory akumulatora,
- 6 - Punkt zaczepienia paska na rękę,



Budowa wyświetlacza wraz z przyciskami funkcyjnymi:

Opis poszczególnych przycisków oraz wyświetlacza:

- 1 - Przycisk Archive. Funkcja - naciśnij przycisk aby otworzyć archiwum obrazów,
- 2 - Przycisk strzałki w lewo. Funkcja:
 - naciśnij, aby przejść w lewo w menu, w menu niższego rzędu i w oknach dialogowych,
 - naciśnij, aby przemieszczać się w archiwum obrazów,
- 3 - Lewy przycisk wyboru- funkcja tego przycisku jest zależna od bieżącego trybu wyświetlana na ekranie, nad przyciskiem,
- 4 - Przycisk +.

Funkcja:

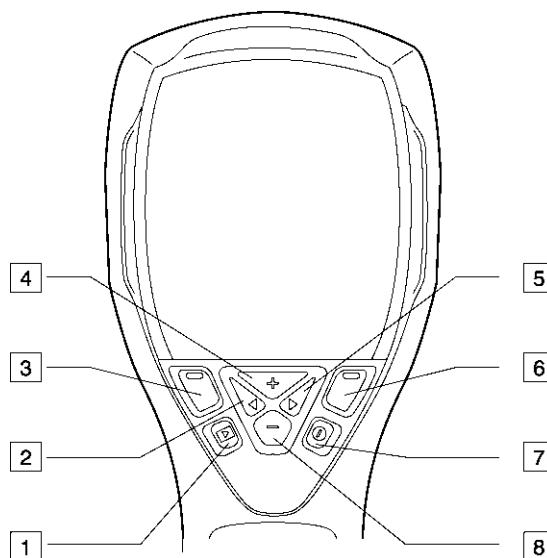
- naciśnij, aby przejść w górę w menu, w menu niższego rzędu i w oknach dialogowych,
 - naciśnij, aby wyświetlić archiwum obrazów (po uprzednim naciśnięciu przycisku Archiwum),
 - naciśnij, aby zwiększyć / zmienić wartość,
- 5 - Przycisk strzałki w prawo.

Funkcja:

- naciśnij, aby przejść w prawo w menu, w menu niższego rzędu i w oknach dialogowych,
 - naciśnij, aby przemieszczać się w archiwum obrazów,
- 6 - Prawy przycisk wyboru- funkcja tego przycisku jest zależna od bieżącego trybu kamery i jest ona wyświetlana na ekranie, nad przyciskiem,
- 7-Przycisk ON/OFF.

Funkcja:

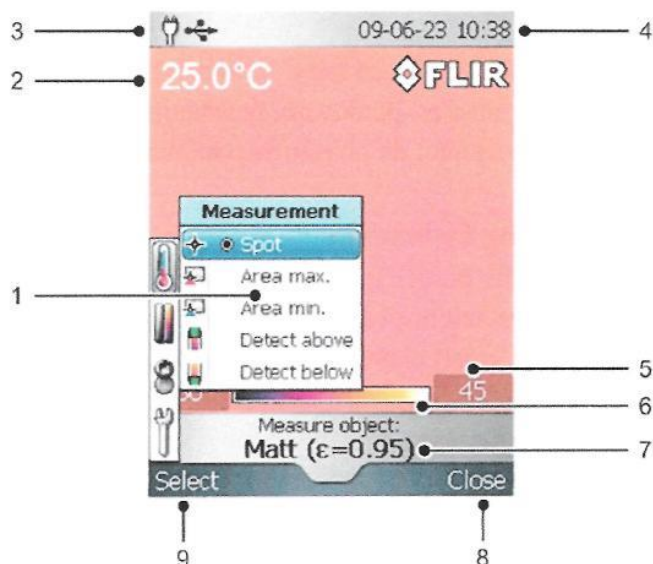
- naciśnij, aby włączyć kamerę,
 - naciśnij i przytrzymaj, aby wyłączyć kamerę,
- 8 - Przycisk na panelu nawigacyjnym. Funkcja:
naciśnij, aby przejść w dół w menu, w menu niższego rzędu i w oknach dialogowych,
naciśnij, aby zmniejszyć / zmienić wartość.



Elementy ekranu:

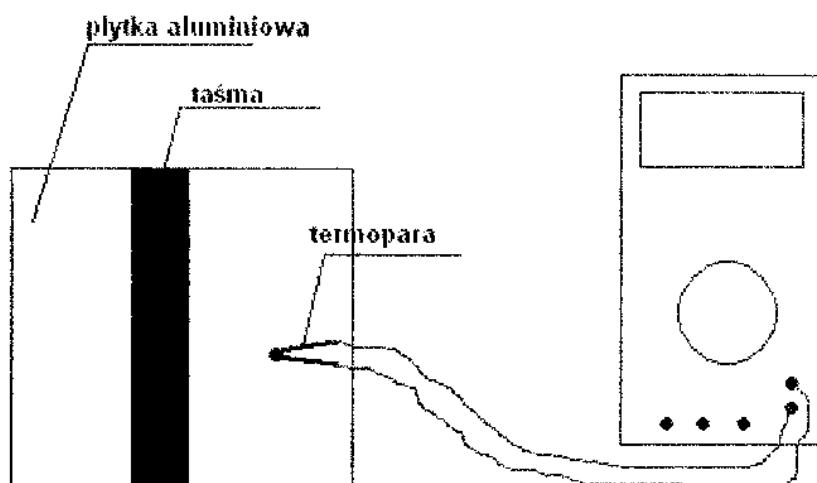
Opis:

- 1 - System menu,
- 2 - Wynik pomiaru,
- 3 - Wskaźnik zasilania,
- 4 - Data i godzina,
- 5 - Wartość ograniczenia skali temp.
- 6 - Skala temperatur,
- 7 - Aktualnie ustawiona wartość emisyjności lub właściwości materiału,
- 8 - Aktualna funkcja prawego przycisku wyboru,
- 9 - Aktualna funkcja lewego przycisku wyboru.



Przebieg Cwiczenia

Wyznaczanie emisyjności taśmy



Pomiar emisyjności taśmy.

Do wyznaczania emisyjności taśmy izolacyjnej posłuży układ przedstawiony na rysunku. Na aluminiowej płytce została naklejona cienka czarna taśma izolacyjna. Za pomocą multimetru wyposażonego w termoparę mierzymy temperaturę płytki, a tym samym taśmy. Następnie kierujemy na taśmę kamerą termowizyjną i tak zmieniamy nastawę emisyjności aby mierzona temperatura zgadzała się z tą z multimetru. Gdy uzyskamy ten stan zapisujemy emisyjność taśmy.

Określenie temperatury odbitej oraz emisyjności próbki badanej

I Określenie temperatury otoczenia.

Metoda bezpośrednia:

1. Należy odnaleźć prawdopodobne źródła odbicia, biorąc pod uwagę, że kąt padania równa się kątowi odbicia;
2. Jeśli źródło odbicia jest źródłem punktowym, należy je zmodyfikować, zasłaniając za pomocą kawałka kartonu;
3. Zmierzyć intensywność promieniowania tj. temperaturę pozorną ze źródła odbicia, korzystając z następujących ustawień: emisyjność=1.0, D obj.=0

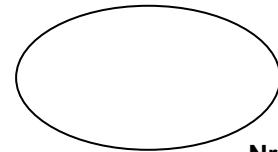
Metoda z użyciem nisko emisyjnego obiektu:

1. Oderwij duży płat folii aluminiowej;
2. Rozprostuj folię aluminiową i przymocuj ją do tektury tej samej wielkości;
3. Umieść tekturę przed obiektem, którego intensywność promieniowania chcesz zmierzyć.
Strona z przymocowaną folią aluminiową musi być skierowana do kamery;
4. Ustaw emisyjność na wartość 1.0;
5. Zmierz temperaturę pozorną folii aluminiowej i zanotuj ją.

II Określanie emisyjności.

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

Temperatura płytki aluminiowej °C	
Emisyjność taśmy	
Temperatura otoczenia (odbity) °C	
Temperatura taśmy (próbki badanej) °C	
Emisyjność próbki badanej	



Nr Grupy

LABORATORIUM TRANSPORTU MASY I ENERGII

Temat ćwiczenia:

**Wyznaczanie emisyjności i temperatury obiektów z
zastosowaniem kamery termowizyjnej.**

Data przeprowadzenia ćwiczenia:

Wykonujący ćwiczenie:

1.
(autor sprawozdania)
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.

Zaliczenie ćwiczenia

Ocena:	Data:	Podpis: