

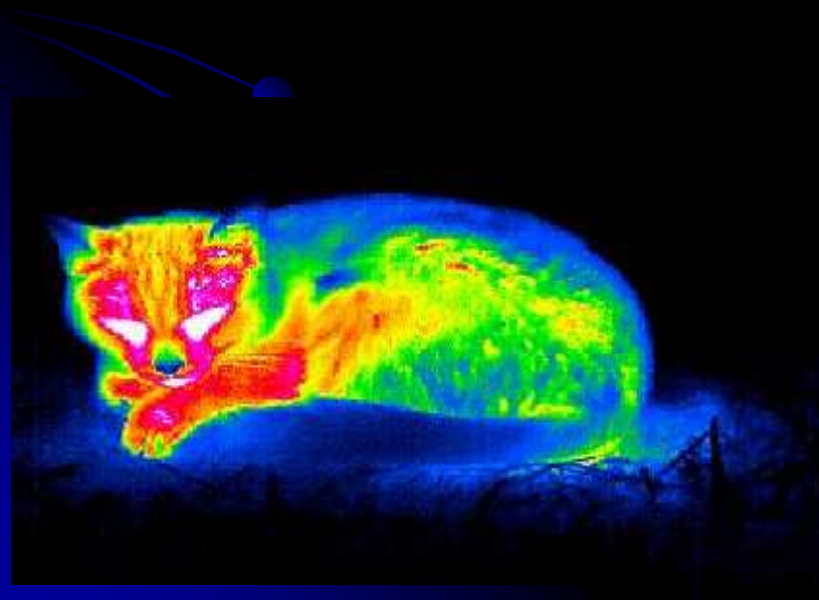
# Termografia

Rejestracja rozkładu radiacji na powierzchni  
badanych obiektów

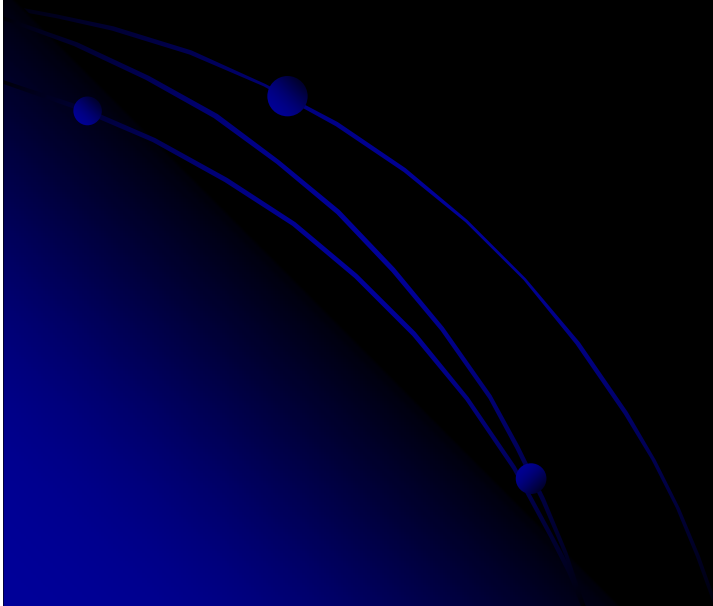
Maria Soroko

Dolnośląska Agencja  
Energii i Środowiska

2009



Dolnośląska Agencja Energii i Środowiska  
umożliwia korzystanie z poniższej  
prezentacji, pod warunkiem zachowania  
praw autorskich.



# Plan prezentacji:

- **1** Początek termografii
- **2** Promieniowanie podczerwone
- **3** Kamera termowizyjna
- **4** Możliwe zastosowania
- **5** Plusy i minusy termografii
- **6. Przyszłość termografii w Polsce**

# Odkrycie niewidzialnego dla oka ludzkiego promieniowania

- 1800 r. Astronom Friedrich Wilhelm Hersche – odkrycie promieniowania podczerwonego.
- 30lata później pierwsze urządzenia umożliwiające detekcje promieniowania podczerwonego, dające załóżek stosowania techniki termograficznej – w wojsku i w przemyśle.

# Promieniowanie podczerwone:

- jest częścią promieniowania słonecznego
- znajduje się pomiędzy światłem widzialnym a falami radiowymi
- to promieniowanie elektromagnetyczne emitowane przez molekuły materii
- ma zakres promieniowania o barwie czerwonej
- długość fal od 780nm do 1 mm (od 0,78  $\mu\text{m}$  do 1000 $\mu\text{m}$ )

# PRAWO KIRCHOFFA :

- Ciało doskonale czarne o temp. powyżej zera bezwzględnego ma zdolność do absorpcji całkowitej padającego na nie promieniowania elektromagnetycznego i jest zdolne do emitowania tego promieniowania.

# PRAWO PLANCKA :

- rozkład promieniowania ciała doskonale czarnego opisuje równanie:

$$W\lambda_b = \frac{2\pi hc^2}{\lambda^5 (e^{\frac{hc}{\lambda kT}} - 1)} \times 10^{-6} [W / m^2 \mu m]$$

- $W\lambda_b$  - emitancja widmowa ciała doskonale czarnego
- $c$  – prędkość Plancka  $3 \times 10^8$  [m/s]
- $K$  – stała Boltzmana  $1,4 \times 10^{-23}$  [J/K]
- $T$  – tem. bezwzględna ciała doskonale czarnego [K°]
- $\lambda$  - długość fali [m]

# Promieniowanie podczerwone

Fale podczerwone są podzielone na 4 zakresy długości :

1. Bliska podczerwień 0,78-3  $\mu\text{m}$

2. Średnia podczerwień 3-6  $\mu\text{m}$

3. Daleka podczerwień 6-15  $\mu\text{m}$

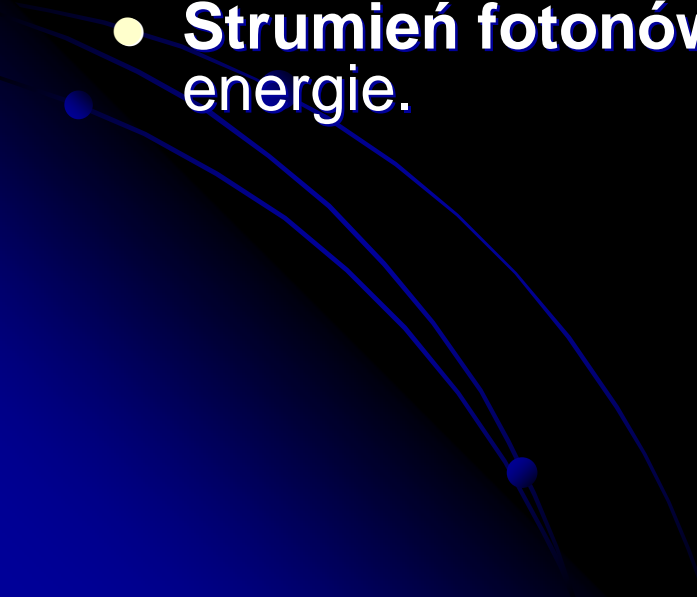
4. Bardzo daleka podczerwien 15-1000  $\mu\text{m}$

Organizmy żywe emitują fale o zakresie długości 3-50  $\mu\text{m}$ .

W pomiarach technicznych ważną rolę odgrywa zakres fal o długości ok 20  $\mu\text{m}$ .

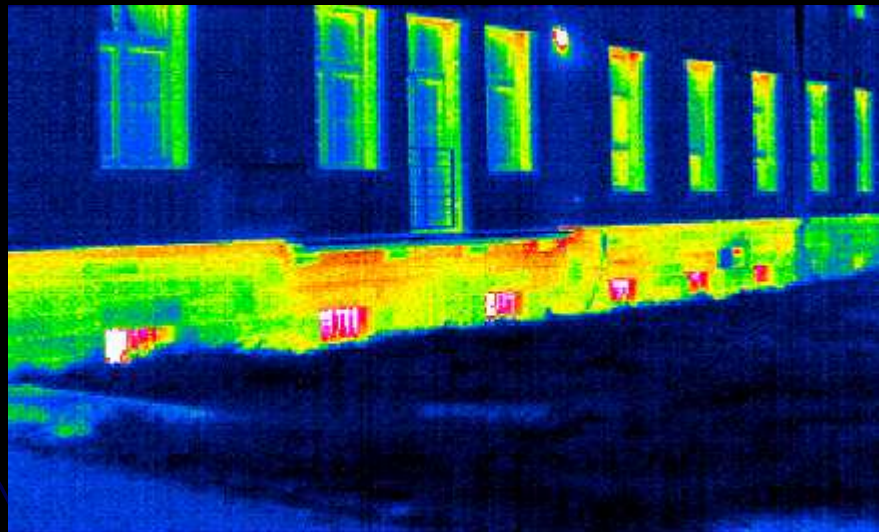


# Promieniowanie podczerwone

- Emitowane promieniowanie rozchodzi się w przestrzeni zaburzania pola elektromagnetycznego, którego źródłem są przyspieszające lub hamujące ładunki elektryczne.
  - Fotony - **jednostki pola elektromagnetycznego** będące nośnikami oddziaływań elektromagnetycznych.
  - **Strumień fotonów** niesie ze sobą ściśle określaną energię.
- 

# Promieniowanie podczerwone

- **Intensywność** tego promieniowania wzrasta wprost proporcjonalnie z temperaturą badanego ciała.



# Współczynnik emisyjności badanego ciała

- Określony na podstawie możliwości wysyłania promieniowania przez dane ciało.
- Josef Stefana i Ludwig Boltzman w XIX wieku opracowali wzór na obliczenie całkowitej emisji ciała doskonale czarnego, nazywając wzór prawem Stefana- Boltzmana.

## Prawo Stefana - Boltzmana

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

$W_b$  – Energia promienista ciała

$\sigma$  – Stała Stefana - Boltzmana [W/m<sup>2</sup>]

$T$  – Temperatura ciała w stopniach  
Kelvina [K°]

# KAMERA TERMOWIZYJNA

- Mierzy emitowane fale elektromagnetyczne wysyłane przez dane ciało, ukazując mapę temperatur jego powierzchni.

- Obraz termiczny utworzony jest z palety barw.

# KAMERA TERMOWIZYJNA

- Aby promieniowanie zostało odczytane przez kamerę termowizyjną, musi przebyć drogę z powierzchni obiektu do kamery.
- Środowisko (powietrze) przebycia drogi falowej, ma wpływ na odczyt fal.
- Zakłócenia może powodować para wodna, CO<sub>2</sub> itp.

**Przepuszczalność powietrza zależy  
od długości fal:**

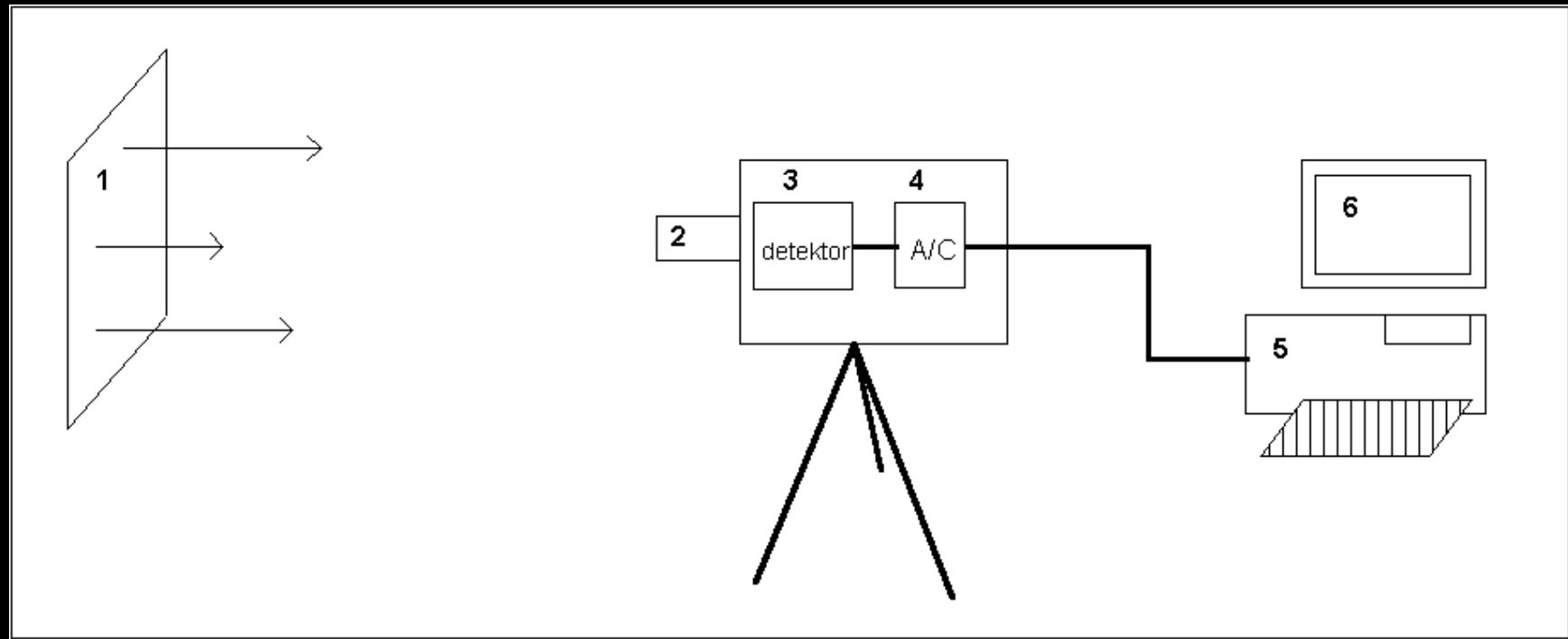
**Ciała cieplejsze emitują promieniowanie o mniejszej długości fal (od  $0,9-14\mu\text{m}$  ), co pozwala na ich łatwiejsze wykrycie.**

**Ciała zimne emitują promienie w zakresie dalekiej podczerwieni ( $15-1000\mu\text{m}$ ) i są trudniejsze do wykrycia.**

# PRZEBIEG POMIARU:

Fale → lustro paraboli(optyka) → ognisko detektora → zamiana energii cieplnej na energię elektryczną → postać cyfrowa → wartość temperatury poszczególnych punktów macierzy obrazu → punktom są nadane kolory , które tworzą obraz termiczny → wyświetlenie obrazu na ekranie kamery .





1. Wysyłanie fali przez ciało
2. Fale odczytane przez obiektyw kamery
3. Lustro paraboli (optyka) i ognisko detektora
4. Przetwornik zamieniający energię cieplną na energię elektryczną
5. Komputer nadrzędny – obróbka postaci cyfrowej
6. Monitor

# TYPY TECHNIK TERMOGRAFICZNYCH

Termografia pasywna – polega na wyznaczeniu obrazu termograficznego bez stymulacji zewnętrznej badanego ciała.

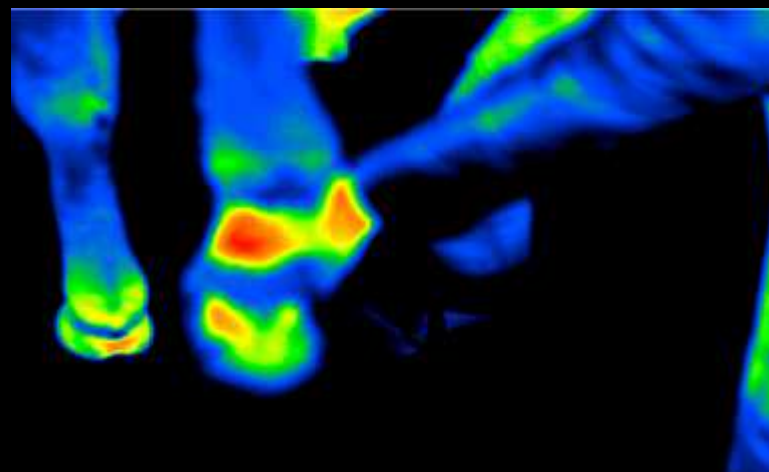
Termografia aktywna – polega na wyznaczaniu obrazu termograficznego poprzez zastosowanie zew. stymulacji cieplnej.

# Ważne elementy w przeprowadzaniu badania:

- 1. emisyjność ciała –współczynniki emisyjności zależą od składu badanego ciała . Ciała o podobnej temperaturze ale o innym składzie, mogą mieć różną intensywność promieniowania
- 2. przewodnictwo cieplne – jest zależne od struktury materiału z którego zbudowane jest ciało
- 3. temperatura badanego ciała i otoczenia
- 4. zjawisko zaszumienia obrazu - mała różnica temperatur pomiędzy otoczeniem a badanym ciałem
- 5. widmowy zakres czułości kamery
- 6. określanie odległości od kamery

# Na jakie błędy uważać !

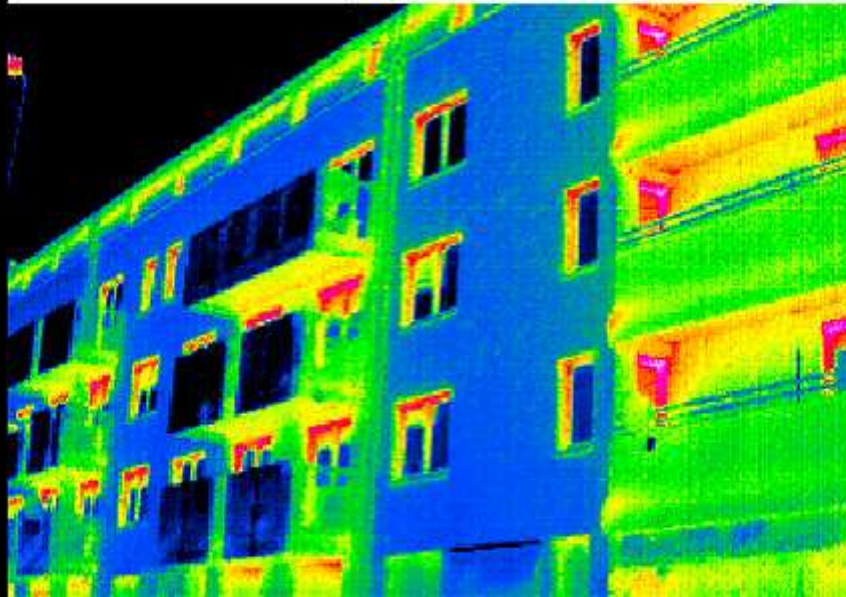
- 1. dobór metody
- 2. sposób kalibracji
- 3. błędy toru elektrycznego
- 4. oszacowanie emisyjności



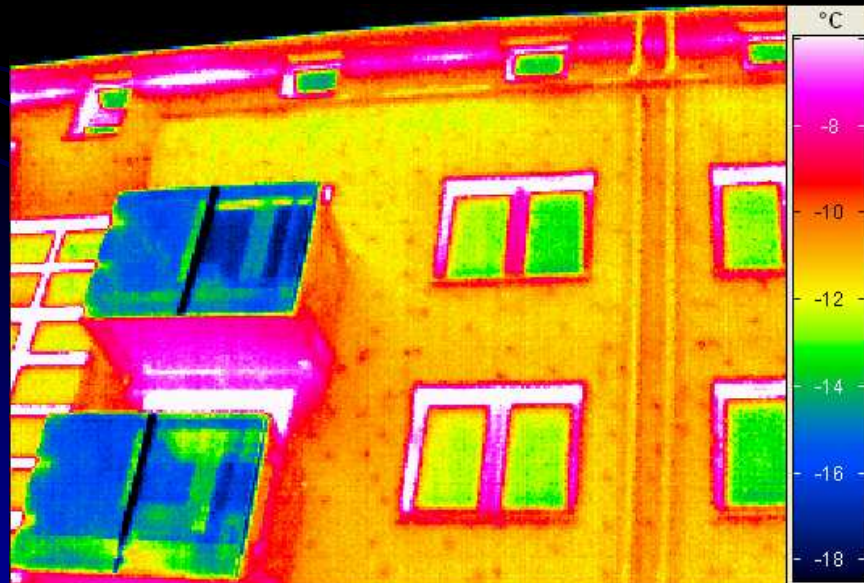
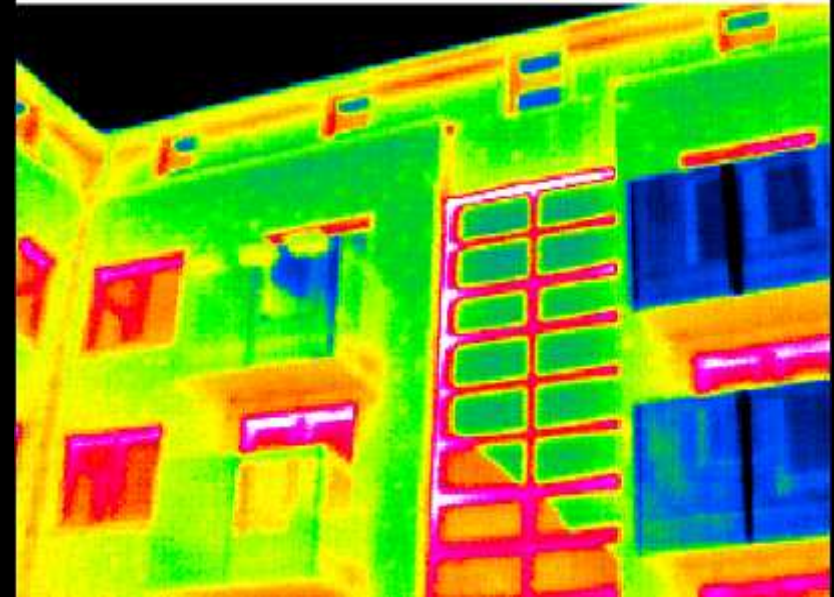
# ZASTOSOWANIE

- - w wojsku, policji
- - w budownictwie - izolacja cieplna budynku
- - w kosmosie
- - w badaniach aerodynamicznych
- - w elektroenergetyce, urządzeniach chłodniczych, klimatyzacji
- - w weterynarii

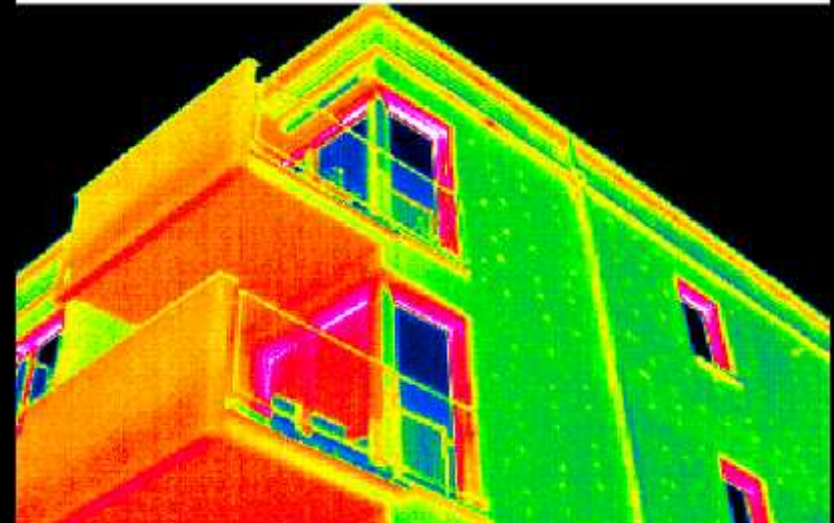
Dolnoslaska Agencja Energii i Srodowiska



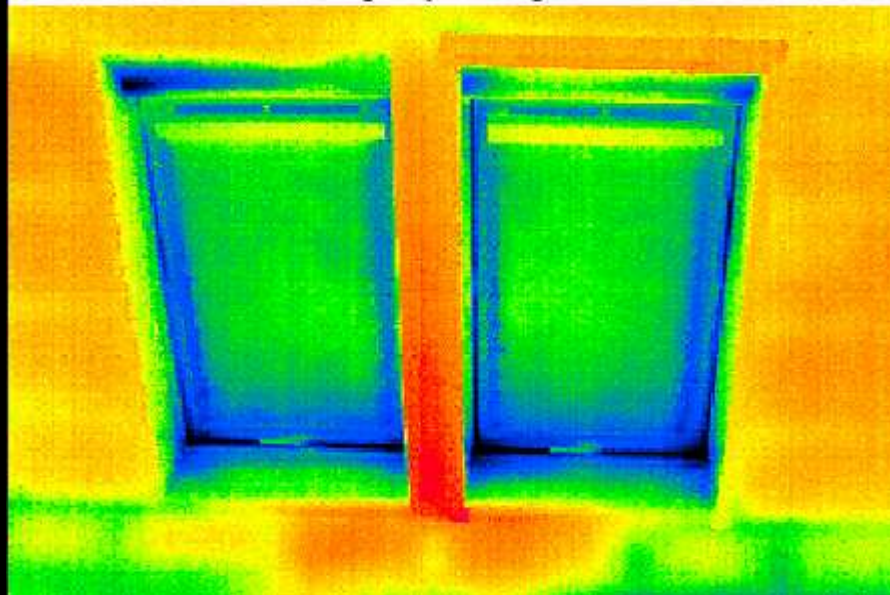
Dolnoslaska Agencja Energii i Srodowiska



Dolnoslaska Agencja Energii i Srodowiska



Dolnoslaska Agencja Energii i Srodowiska



Dolnoslaska Agencja Energii i Srodowiska

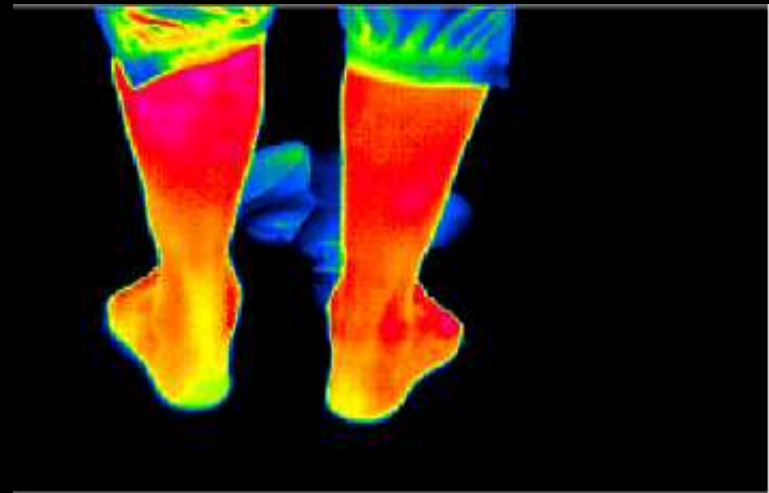
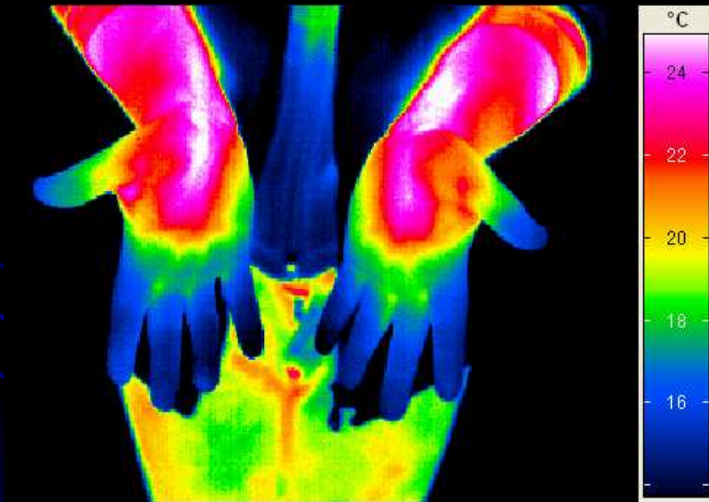
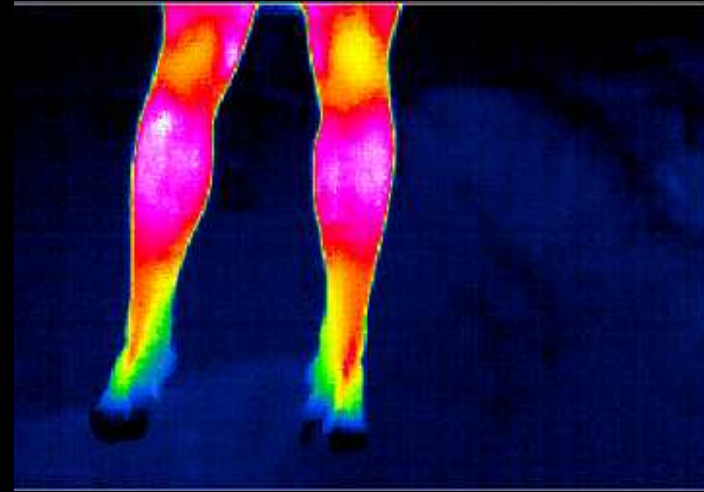
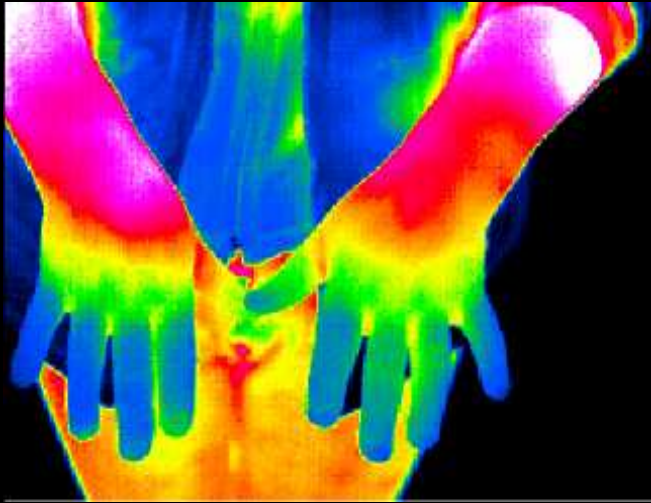


# ZASTOSOWANIE

## W medycynie ludzkiej:

- Choroby wieńcowe, dermatologia, diagnozowanie poparzeń i odmrożeń
- Zaburzenia krążenia naczyniowego w kończynach górnych i dolnych pochodzenia cukrzycowego, niewydolność żylna po pourazowych uszkodzeniach naczyń krwionośnych
- Monitorowanie leczenia fizykoterapeutycznego schorzeń reumatycznych, neurologicznych i pourazowych. Diagnostyka zmian skórnych podejrzanych o przemianę nowotworową





# PLUSY METODY:

- Bezinwazyjna i bezpieczna
- Uwidacznia kierunki przepływu ciepła, szybki przegląd dużych powierzchni
- Wiarygodne informacje z dokładnością do 0,1C
- Przewiduje i ustala miejsca w których **występują** lub mogą dopiero wystąpić problemy oraz znajduje punktowe źródła ciepła
- Umożliwia pomiar miejsc trudnych do zdiagnozowania przez inne metody diagnostyczne
- Szybkość wykonania zdjęć - otrzymany obraz może być natychmiast przeanalizowany.
- Precyzyjność- umożliwia dojrzenie najdrobniejszych problemów dzięki dużej palecie barw.
- Łatwa obróbka komputerowa uzyskanego obrazu.
- Brak potrzeby podłączenie kamery do sieci, więc możliwość wykonywania zdjęć w dowolnym miejscu
- Jedna z najnowocześniejszych technik na rynku

# SYTUACJA W POLSCE

- Pionierami w przeprowadzaniu badań termograficznych jest Politechnika Łódzka oraz Politechnika Gdańska. Jednak tego typu badania są nadal mało rozpowszechnione, ze względu na wysoki koszt sprzętu, co ogranicza dostęp do niego. Rozwój technologii oraz większa dostępność tego typu techniki powinna wpłynąć na szersze jej zastosowanie w wielu dziedzinach nauki i w praktyce.



Dziękuję za uwagę