

## Metody diagnostyki energetycznej budynków – badania termowizyjne

Teresa Żurek

Technika termowizyjna wykorzystuje znane zjawisko fizyczne polegające na emitowaniu fal elektromagnetycznych przez każde ciało o temperaturze wyższej niż zero bezwzględne ( $0\text{ K} = -273^{\circ}\text{C}$ ).

Promieniowanie to nazywane jest:

- ⇒ ze względu na długość fali - promieniowaniem podczerwonym,
- ⇒ ze względu na właściwości - promieniowaniem cieplnym.

Intensywność promieniowania cieplnego jest proporcjonalna do temperatury ciała.

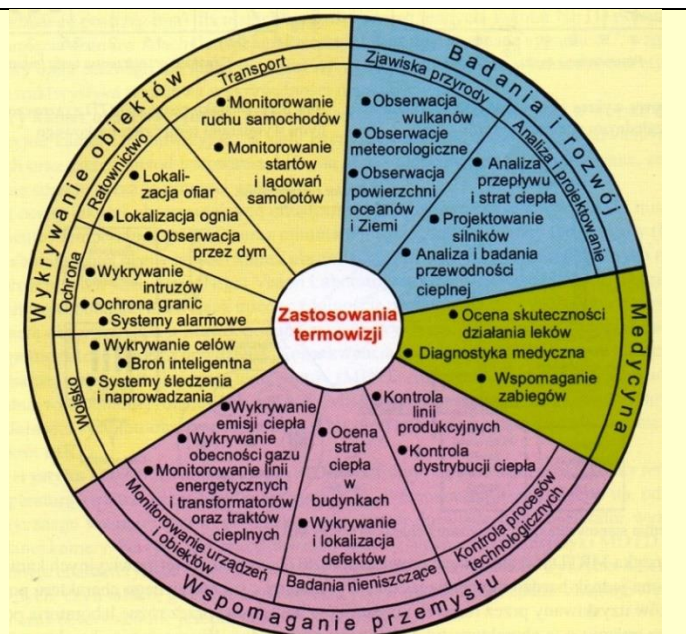
Tworzenie obrazu polega na:

- ⇒ rejestracji przez kamerę termowizyjną promieniowania emitowanego przez obserwowany obiekt,
- ⇒ przetworzeniu zarejestrowanego promieniowania na kolorową mapę temperatur.

Mierząc promieniowanie podczerwone wysyłane przez dane ciało mierzymy pośrednio jego temperaturę. System termowizyjny pozwala więc mierzyć temperaturę na odległość - w wielu miejscach jednocześnie.

Pomiary termowizyjne mają bardzo szerokie zastosowanie w różnych dziedzinach obejmujących sektory gospodarki (przemysł, elektroenergetyka, ciepłownictwo, budownictwo)

jak i znajdują wykorzystanie w szeregu innych sferach wspomagając działania, w których określenie lub rozpoznanie rozkładu pola temperatur wpływa na bezpieczeństwo, zdrowie i życie lub uzyskanie oszczędności ekonomicznych.



Rys. 1 Wybrane zastosowania termowizji [2]

Badania termowizyjne umożliwiają między innymi:

- Nieinwazyjne wykrywanie wad technologicznych w budynkach.
- Badanie izolacyjności cieplnej przegród budowlanych

(kontrola jakości prac budowlanych, wykrywanie błędów w dociepleniu, mostków cieplnych, zawilgoceń, nieszczelności obudowy budynku).

- Diagnostykę systemów wentylacyjnych i klimatyzacyjnych w budynkach.
- Wykrywanie wycieków i nieszczelności.
- Badania izolacji cieplnej rurociągów wodnych i parowych.
- Badania stanu cieplnego kominów i kanałów odprowadzających spaliny.
- Badania ścian kotłów oraz innych urządzeń grzewczych.
- Badania stanu izolacyjności chłodni przemysłowych.
- Ustalenie lokalizacji podziemnych sieci energetycznych i cieplnych.
- Wykrywanie wadliwie pracujących maszyn i urządzeń (nadmierne przegrzanie).
- Diagnostykę stanu technicznego oraz pracy urządzeń elektrycznych (rozdzielnie, transformatory, linie elektroenergetyczne itp.).
- Kontrolę linii produkcyjnych
- Badania składów węgla (zapobieganie samozapłonom hałd węglowych).
- Zastosowania medyczne (ocena skuteczności działania leków, diagnostyka medyczna, wspomaganie zabiegów).
- Wykrywanie obiektów, w tym:
  - zastosowania wojskowe (wykrywanie celów, broń inteligentna, systemy śledzenia i naprowadzania),
  - ochrona ludzi i mienia (wykrywanie intruzów, ochrona granic, systemy alarmowe),
  - ratownictwo, policja i straż pożarna (lokalizacja ofiar, lokalizacja ognia, odnajdywanie zaginionych lub poszukiwanych osób),
  - transport (monitorowanie ruchu samochodów, startów i lądowań samolotów).
- Zastosowanie w archeologii i ochronie zabytków (uwidacznianie ukrytych pod ziemią traktów, fundamentów, grobowców itp., odkrywanie zakrytych tynkiem przemurowań lub niewidocznej polichromii pod warstwami przemalowań).
- Badania zjawisk przyrody (obserwacje meteorologiczne, obserwacje wulkanów, powierzchni Ziemi i oceanów).

Szczególnym zastosowaniem badań termowizyjnych jest diagnostyka izolacyjności cieplnej budynków.

Stosowanie termowizji umożliwia:

- ⇒ Kontrolę jakości wykonania izolacji termicznej w nowych lub modernizowanych budynkach.
- ⇒ Ocenę stanu ochrony cieplnej budynków istniejących (wykrywanie lokalnych nieprawidłowości termicznych).

Na podstawie zdjęć termowizyjnych bezinwazyjnie dokonuje się jakościowej oceny izolacji, w tym występowania mostków cieplnych, czyli miejsc, w których właściwości termoizolacyjne są gorsze niż pozostałej części przegrody i gdzie ma miejsce wzmożona ucieczka ciepła z wnętrza budynku.

Zdjęcia termowizyjne najlepiej wykonywać jest w okresie zimowym przy temperaturze zewnętrznej nie wyższej niż 5°C.

Zdjęcie termowizyjne należy czytać w następujący sposób:

- ⇒ im bardziej kolor zbliżony jest do granatu/czarnego - tym jest to obszar zimniejszy (niższych temperatur)

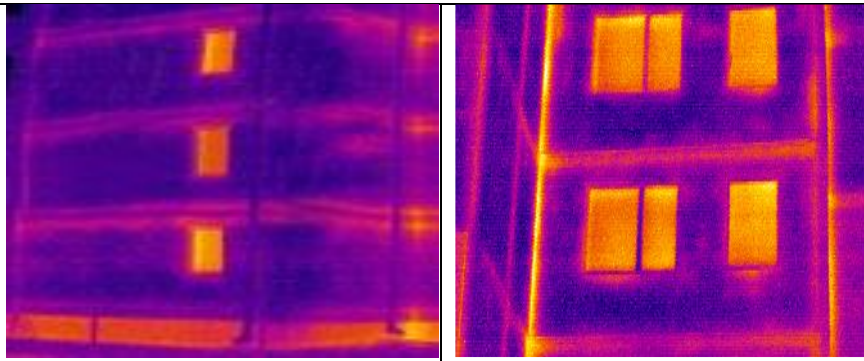
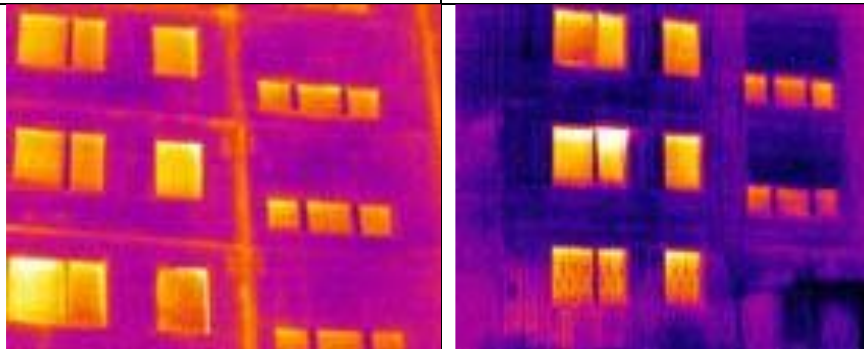
⇒ im bardziej kolor zbliżony do żółtego/czerwonego  
czy wręcz białego

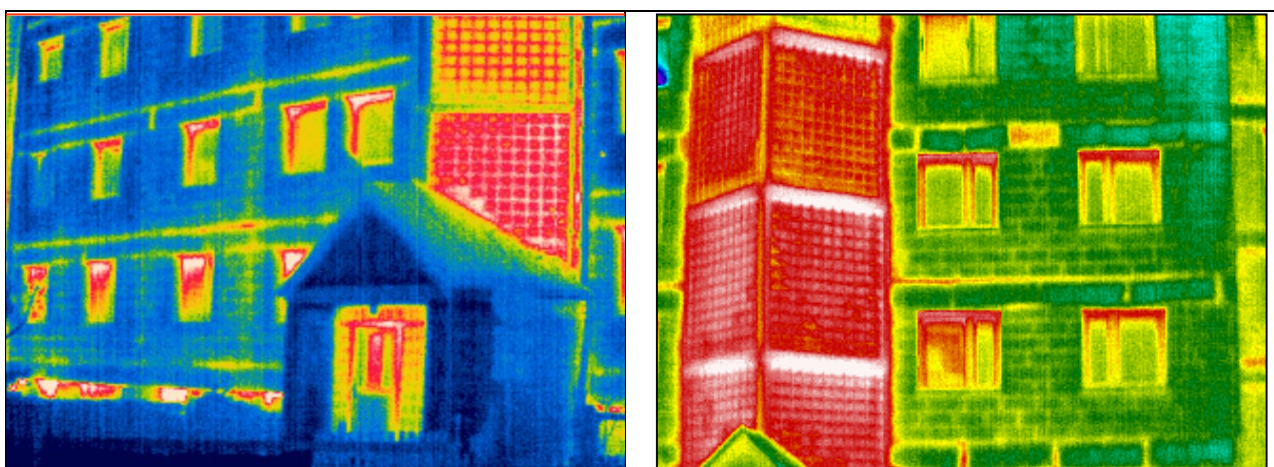
- tym obszar cieplejszy  
(temperatury wyższe).

Na zdjęciach termowizyjnych wykonanych od zewnątrz obszary „cieplejsze” (o wyższej temperaturze w porównaniu z temperaturą powietrza zewnętrznego) pokazują miejsca, przez które ucieka ciepło (im obszar cieplejszy, tym większe straty ciepła) oraz obszary „zimniejsze” – dobrze zaizolowane.

Robiąc zdjęcia kamerą termowizyjną od wewnątrz budynku poszukujemy najzimniejszych punktów. Zdjęcia termowizyjne wykonane od strony wewnętrznej należy interpretować odwrotnie – obszary zimniejsze świadczą o zwiększonej ucieczce ciepła, cieplejsze – o prawidłowej izolacji termicznej budynku.

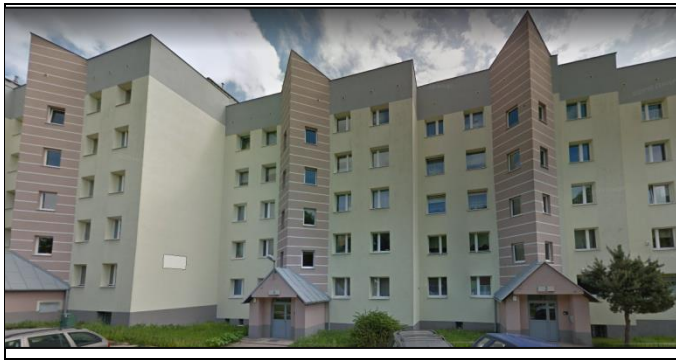
### Przykłady termogramów

|  |   |
|--|---|
|   | <p>Fot. 1÷2<br/>Widoczna zmniejszona izolacyjność ścian na wysokości stropów, na styku z sąsiednim budynkiem oraz źle zaizolowane ściany piwniczne</p>                |
|  | <p>Fot. 3÷4<br/>Na lewo - budynek niedocieplony (widoczne mostki termiczne na wysokości stropów oraz w narożnikach)<br/>Na prawo - ten sam budynek po dociepleniu</p> |



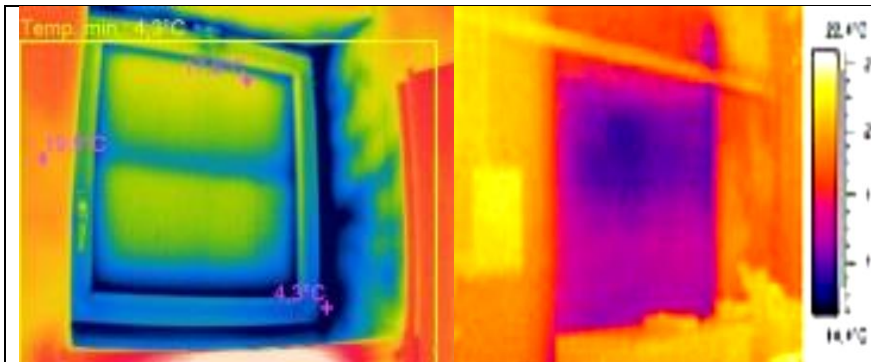
Fot. 5÷6 Zwiększona ucieczka ciepła z budynku przez pustaki szklane (luksfery) stanowiące przeszklenie klatki schodowej



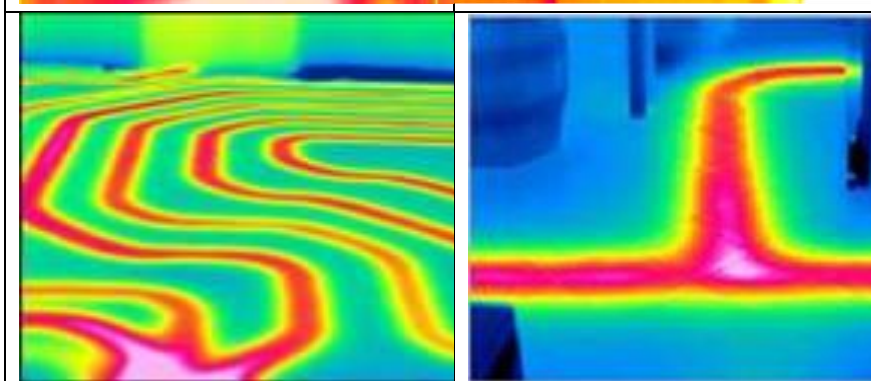


Fot. 7  
Ten sam budynek po modernizacji.  
Widoczne okna na klatkach schodowych zamontowane po likwidacji przeszkleń z luksferów w wyniku czego:

- zmniejszono straty ciepła przez przeszkleń klatek ponad 6-krotnie)
- zmniejszono zużycie ciepła w budynku o ponad 15%.

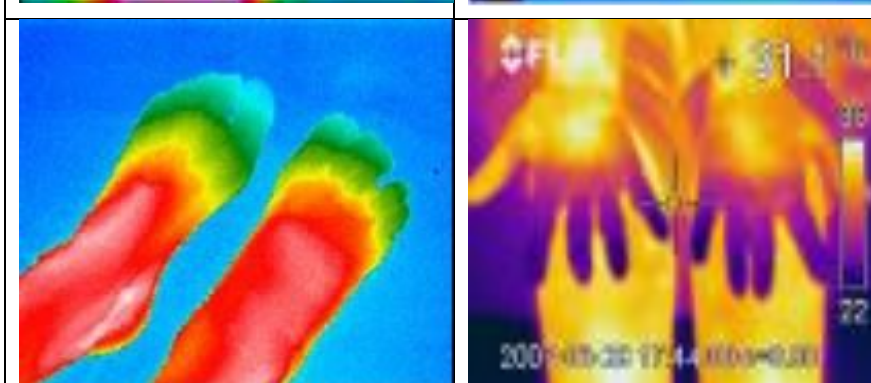


Fot. 8÷9  
Termogramy wykonane od wewnątrz - nieprawidłowo osadzone okno (na lewo) oraz zamurowane drzwi (na prawo)



Fot. 10 (na lewo)  
Przebieg ogrzewania podłogowego

Fot. 11 (na prawo)  
Lokalizacja przebiegu rurociągów grzewczych



Fot. 12-13  
Zastosowana medycynie (odmrożenia, zaburzenia krążenia)

### LITERATURA I ŹRÓDŁA

- [1] Norma PN-EN 13187 : 2001 Właściwości cieplne budynków – Jakościowa detekcja wad cieplnych w obudowie budynku – Metoda podczerwieni.
- [2] Pomiary termowizyjne w praktyce. Praca zbiorowa pod redakcją Henryka Madury. Agencja Wydawnicza PAKu, luty 2004 r.