

# ZASTOSOWANIA TERMOWIZJI W DIAGNOSTYCE URZĄDZEŃ ELEKTROENERGETYCZNYCH W BUDYNKACH MIESZKALNYCH, PRZEMYSŁOWYCH, BIUROWYCH I UŻYTECZNOŚCI PUBLICZNEJ

Termowizja jest to sposób zdalnego rozpoznania pola temperaturowego dzięki jego wizualizacji. Obiekty, które widzimy dzięki termowizji – świecą same; same są źródłem promieniowania wykorzystanego przez aparaturę termowizyjną natomiast obiekty, które oglądamy w świetle widzialnym widzimy dzięki odbiciu światła słonecznego lub promieniowania innych źródeł światła.

## Termowizja

Aparatura termowizyjna widzi pole temperaturowe na powierzchni obiektu, ponieważ „każde ciało o temperaturze wyższej od zera bezwzględnej wypromieniowuje energię w postaci promieniowania temperaturowego” (klasyczny cytat z podręczników). Jest to związane ze wzbudzeniem atomów spowodowanym przez ich ruch cieplny. Promieniowanie temperaturowe ciała odbywa się w podczerwieni o tym krótszej długości fali im wyższa jest temperatura ciała, np.:

- dla ciała o temperaturze 20°C (ok. 300 K) maks. promieniowania przypada na ok. 10 μm;
- dla ciała o temperaturze 600°C (ok. 900 K) – maks. promieniowania przypada na ok. 3 μm – część energii jest wypromieniowywana w czerwonym świetle widzialnym;
- dla ciała o temperaturze 6000K (słońce) maks. promieniowania przypada na 0,5 μm – człowiek widzi światło 0,4 do 0,8 μm.

Termowizja jako sposób badawczy pól temperaturowych łączy w sobie dwie podstawowe zalety: bezkontaktowy pomiar temperatury oraz możliwość obserwacji jej wartości równocześnie we wszystkich punktach badanego wycinka powierzchni. Zaleta pierwsza oznacza pomiar zdalny bez wpływu zastosowanego czujnika na wynik pomiaru – jak to się dzieje np. w przypadku termometrów stykowych oraz bez konieczności zbliżania się do obiektów niebezpiecznych (bardzo wysoka temperatura, napięcie itp.) bądź trudno dostępnych (instalacje przemysłowe, budynki wielokondygnacyjne, kominy). Jedynym warunkiem jest tu taki wybór stanowiska pomiarowego, który umożliwia obserwację wybranego fragmentu badanego obiektu.

Drugą z zalet termowizji oznacza, że obraz rozkładu temperatury można zanalizować jednym spojrzeniem na ekran kamery termo-

wizyjnej, bez potrzeby żmudnego zbierania informacji punkt po punkcie.

Wyklucza to sytuację, w której może umknąć uwadze jakakolwiek istotna informacja wskutek ograniczonego zagęszczenia siatki pomiarowej.

Współczesna aparatura termowizyjna umożliwia wizualizację i rejestrację nawet szybkozmiennych pól temperaturowych dzięki wysokiej częstotliwości odświeżania obrazu: w kamerach uniwersalnych i dla budownictwa jest to 9 do 50 Hz natomiast dla kamer stacjonarnych, służących do sterowania produkcją lub w zastosowaniach naukowych częstotliwość wynosi nawet tysiące Hz.

Kamery termowizyjne pomiarowe są wyposażone w kilka „palet barw” znakomicie ułatwiających analizę obrazu pod kątem wyszukiwania anomalii i umożliwiających intuicyjne znajdowanie wad.

Standardowy kąt widzenia obiektywu kamery wynosi 18 do 25°, a detektory matrycowe najpowszechniej w Polsce używanych kamer FLIR mają wymiary od 80x80 do 640x480 pikseli co pozwala dokonywać pomiarów temperatury na dość rozległym obszarze z rozdzielczością od 0,5 do kilku miliradianów.

Bardzo wysoka jest w tych kamerach rozdzielczość termiczna – lepsza niż 0,1K.

Wymienna optyka o kątach połowych od 7° do 65° umożliwia dopasowanie do każdej wielkości obiektu i odległości.

Najważniejsze jednak wydaje się, że użytkownik kamery termowizyjnej analizując i interpretując otrzymane obrazy cieplne (termogramy) zaczyna rozumieć naturę pól temperaturowych, ich powiązania z konstrukcją obiektu i mechanizmy przepływu ciepła. Stany normalne, prawidłowe odróżnia od stanów anormalnych, które wymagają zwiększonej uwagi bądź interwencji. Zaczyna myśleć termalnie.

Każdy, kto zetknął się z tą techniką, wie na pewno, że pola temperatury są zbyt ważnym nośnikiem informacji, żeby z nich nie skorzystać, zwłaszcza że możliwości współczesnej termografii są ogromne.

Znajduje ona zastosowanie w budownictwie, ciepłownictwie, elektroenergetyce, przemyśle, hutnictwie i w każdej dziedzinie, gdzie rozpoznanie pola temperatury jest ważne dla bezpieczeństwa, oszczędności, zdrowia i życia.

## Zastosowanie termowizji w elektroenergetyce

Technika zdalnej termodektacji w elektroenergetyce pozwala na szybkie wykrywanie miejsc potencjalnych awarii czy wad w instalacji i nie wymaga wyłączeń, a wręcz przeciwnie – normalna praca instalacji pod obciążeniem jest warunkiem koniecznym do wykrycia tych miejsc.

Do prawidłowego diagnozowania stanu technicznego instalacji za pomocą metody termowizyjnej, obok obciążenia torów prądowych, niezbędnych jest spełnienie kilku warunków dotyczących aparatury pomiarowej, warunków środowiskowych, personelu badawczego i metodyki badań.

Jak ważne jest badanie termowizyjne dla rozpoznania stanu instalacji i zapewnienia bezawaryjnej i bezpiecznej pracy świadczy fakt, że obok własnych potrzeb często dopiero wymogi firm ubezpieczeniowych, ubezpieczających od skutków pożarów są bodźcem do wykonania takich badań lub nawet do zakupu kamery.

W tym świetle – ochrony przed pożarami powstałymi od wad w rozdzielniach i instalacjach elektrycznych – większego ciężaru nabiera konieczność wykonywania takich badań.

## Budownictwo mieszkaniowe

W małych domach, w tym jednorodzinnych, ze względu na małe zapotrzebowanie mocy i niski stopień złożoności nie występują problemy w instalacjach elektrycznych, do rozwiązania których wymagana była by kontrola termowizyjna.

W budynkach wielorodzinnych, zwłaszcza wysokich, wyposażonych w urządzenia dźwigowe, wentylację mechaniczną i inne, stopień złożoności instalacji elektrycznych jest wysoki, a w dużej liczbie obwodów są wysokie wymagania co do bezawaryjności zasilania. Czasem taki budynek jest zasilany z własnego transformatora i jest wyposażony w rozdzielnię elektryczną.

Badania termowizyjne powinny objąć neutralizacyjne, najbardziej obciążone miejsca zapewniające zasilanie wind, pomp hydroforowych i obiegowych c.o. oraz główne węzły rozdziału energii na mieszkania.

**Budownictwo biurowe**

Budynki biurowe mają instalacje elektryczne porównywalne z mieszkaniowymi, ale są one bardziej scentralizowane i wyposażone w wiele obwodów, których mieszkaniowe nie mają. Dotyczy to w pierwszym rzędzie central pożarowych i instalacji klimatyzacyjnych. Wymagania co do pewności zasilania są bardzo

wysokie, zwłaszcza ze względu na sieci komputerowe i serwerownie.

**Budynki użyteczności publicznej**

Są to dworce kolejowe i autobusowe, szkoły i przedszkola, hotele, szpitale, duże sklepy, kina itd.

Instalacje elektryczne w tych budynkach charakteryzują się dużym stopniem różnorodności w zależności od rodzaju użytkowania.

Część z nich jest wyposażana w układy zasilania awaryjnego to jest UPS dużej mocy lub agregaty prądowłórcze włączane automatycznie po zaniku napięcia zasilania. Tematyka badań termowizyjnych jest podobna do tematyki w budynkach biurowych, jest jednak szersza ze względu na wspomnianą różnorodność.

Przykładem jest zagadnienie pewności zasilania oświetlenia w kinach czy hipermarketach, które z założenia nie mają okien.

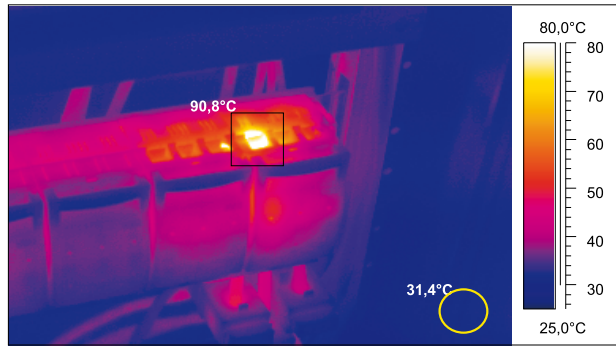
W budynkach tego typu jest utrudniona zwłaszcza termowizyjna kontrola central pożarowych, które, jak każda rozdzielnica, powinny

być obciążone, a obciążenie central to pompy podające wodę na wewnętrzne zraszacze, syreny alarmowe, awaryjne zasilanie oświetlenia i wind oraz wiele innych obwodów, których w normalnej eksploatacji nie można uruchomić bez wzbudzenia paniki i strat.

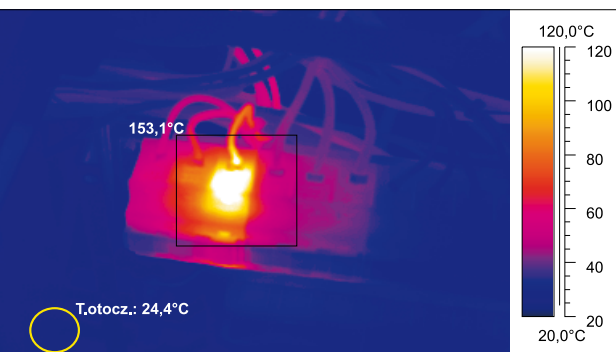
**Budynki (hale) przemysłowe**

Instalacje elektryczne wewnątrz hal przemysłowych służą przede wszystkim utrzymaniu ciągłości produkcji to znaczy bezawaryjnemu dostarczaniu mocy do ciągów technologicznych. Zwykle straty związane z awaryjnym zatrzymaniem produkcji (zamrożenie ciągu) są wielokrotnie większe niż wynikałoby to z czasu nieprodukowania wyrobu. W tej sytuacji wszelkie sprawy pomocnicze nie są tak ważne i bezawaryjność zasilania ma określone priorytety.

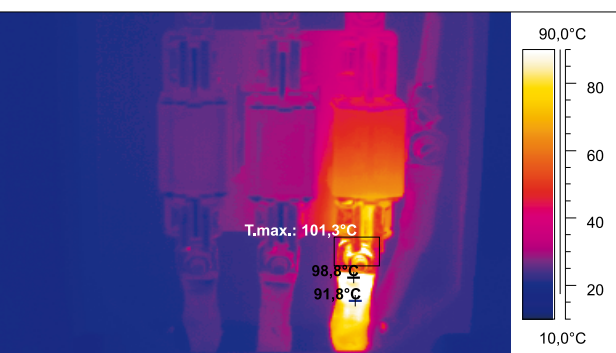
Poniżej są przedstawione przykłady wad w instalacjach elektroenergetycznych w budynkach wszystkich tych rodzajów.



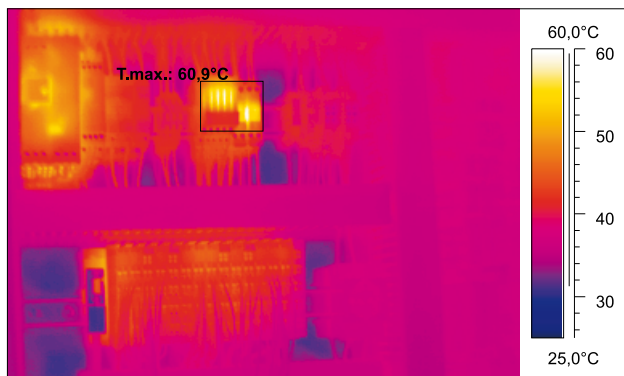
*Asymetria termiczna w skrzynce bezpiecznikowej. Termogram wykonany w Galerii Handlowej – odbiory najemców*



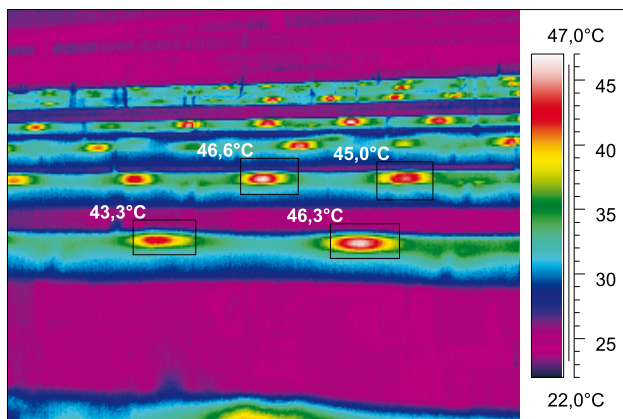
*Poluzowane złącze śrubowe przyłącza do wyłącznika nadmiarowo-prądowego. Zasilanie biura*



*Skorodowane złącze pod bezpiecznikiem mocy. Termogram wykonany podczas symetrycznego obciążenia trzech faz w hali produkcyjnej*



*Szafka automatyki pomp. Termogram nie wykazuje przegrzewów*



*Koryta linii świetlnych w hipermarkecie. Stan po 7 latach eksploatacji*

Nie zauważono anomalii na połączeniach zespołów lamp. Podwyższona temperatura w okolicach dławików

**Włodzimierz Adamczewski**  
TERMO-POMIAR

Literatura:

„Pomiary termowizyjne w praktyce”. Praca zbiorowa pod red. Henryka Madury Wyd. Agenda Wydawnicza Paku, luty 2004.

Wydanie sponsorowane przez FLIR SYSTEMS AB