

# ZASTOSOWANIE KAMER TERMOWIZYJNYCH W DZIAŁANIACH RATOWNICZYCH

Waldemar Pruss





Wszelkie treści zawarte w niniejszym opracowaniu, zarówno teksty, jak i zdjęcia, podlegają ochronie prawnej na mocy ustawy dot. praw autorskich i przepisów związanych z nią związanych. Autor nie wyraża zgody na powielanie zawartych w opracowaniu treści, kopiowanie czy przedruk bez jego zgody.

# ZASTOSOWANIE KAMER TERMOWIZYJNYCH W DZIAŁANIACH RATOWNICZYCH

---

Waldemar Pruss

Niniejsze opracowanie przybliży zalety, wady oraz praktyczne zastosowanie kamer termowizyjnych w codziennym ratownictwie, świadczonym przez strażaków zawodowych i ochotniczych oraz inne podmioty ratownicze.





# SPIIS TREŚCI

---

<b>1. Kamera termowizyjna – jak to działa?</b>	<b>6</b>
1.1 Czym jest podczerwień? .....	6
1.2 Kamera termowizyjna .....	7
1.3 Parametry kamer termowizyjnych i ich znaczenie .....	9
1.4 Norma NFPA 1801:2013 - Wymagania dla kamer termowizyjnych dla straży pożarnych ...	12
1.5 Wytrzymałość kamer termowizyjnych przeznaczonych dla straży pożarnych .....	13
<b>2 Praktyczna obsługa kamery termowizyjnej.</b>	<b>14</b>
2.1 Technika "rzutu sześciennego" .....	14
2.2 Poruszanie się z kamerą w zadymieniu lub ciemności .....	15
2.3 Pomiar temperatury .....	15
2.4 Tryby pracy kamer termowizyjnych na przykładzie FLIR z Serii-K .....	16
2.5 Czynności Przed i Po Użyciu Kamery .....	18
<b>3 Przykłady praktycznego zastosowania kamery termowizyjnej w działaniach ratowniczych.</b>	<b>19</b>
3.1 Działania gaśnicze .....	19
3.2 Zdarzenia w komunikacji drogowej .....	25
3.3 Działania poszukiwawcze .....	27
3.4 Działania w zakresie ratownictwa chemicznego .....	29
3.5 Inne zastosowanie kamer termowizyjnych .....	30
<b>4 Ograniczenia w zastosowaniu kamer termowizyjnych.</b>	<b>31</b>
<b>5 Podsumowanie.</b>	<b>33</b>

# 1. Kamera termowizyjna – jak to działa?

Kamery termowizyjne, inaczej kamery termograficzne, kamery obrazowania termicznego lub kamery na podczerwień, są to urządzenia obrazujące promieniowanie podczerwone emitowane przez dany obiekt lub obiekty, w formie obrazu na wyświetlaczu ciekłokrystalicznym (inaczej można tutaj mówić również o obrazowaniu rozkładu i różnic temperatur).

Wyświetlony obraz nazywamy obrazem termalnym, obrazem termicznym, termogramem lub zdjęciem termalnym. Zasady praw fizyki i promieniowania podczerwonego pozwalają na to, aby za pomocą kamery termowizyjnej „widzieć” poprzez dymy, gazy, jak i w całkowitej ciemności.

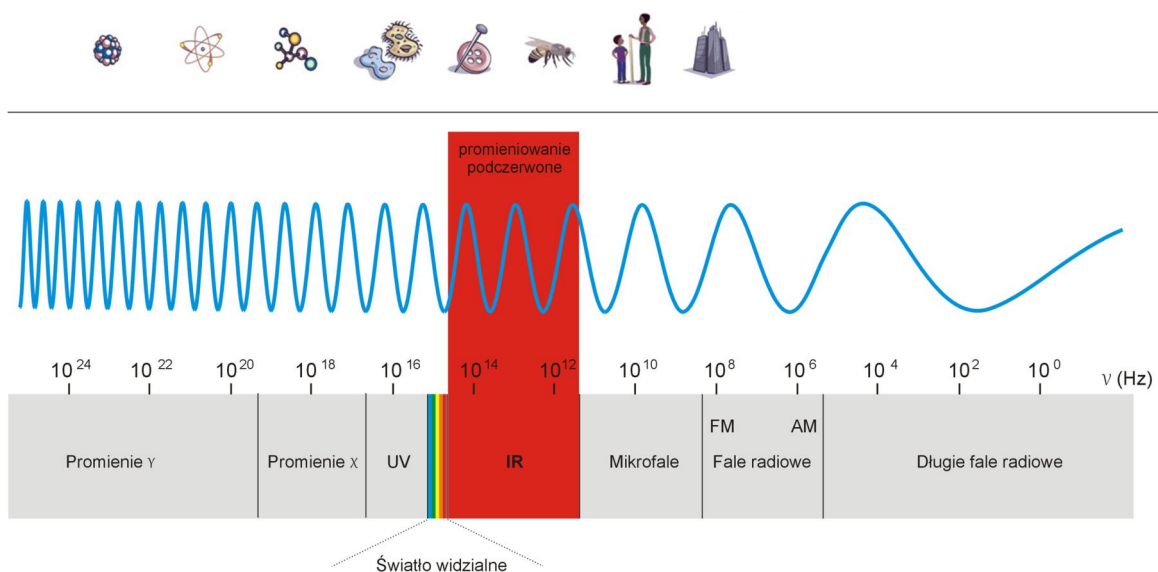
## 1.1. Czym jest podczerwień?

Ludzkie oko jest czujnikiem wykrywania światła widzialnego, ale poza światłem widzialnym (promieniowanie widzialne) istnieje jeszcze kilka innych form światła (promieniowania), których ludzkie oko nie zobaczy. Promieniowanie jest zawsze falą elektromagnetyczną o różnej długości i częstotliwości. Wszystkie formy promieniowania składają się na spektrum (widmo) fal elektromagnetycznych.

Ze względu na omawiany przez nas temat zajmiemy się w niniejszym opracowaniu promieniowaniem podczerwonym, które znajduje się pomiędzy światłem widzialnym, a falami radiowymi, w przedziale od 700 nanometrów (430 THz) do 1 milimetra (300GHz). Źródłem promieniowania podczerwonego jest ciepło lub promieniowanie cieplne. W otaczającym nas świecie każdy obiekt o temperaturze powyżej zera bezwzględnego (-273,15 °C lub 0 °K) emituje promieniowanie podczerwone (IR, infrared).

Podczerwień jest obecna codziennie w naszym życiu, gdy czujemy ciepło od słońca, rozgrzanego piecyka lub silnika pojazdu. Pomimo, że nie jesteśmy w stanie naocznie stwierdzić tego promieniowania, możemy je poczuć na skórze, jako ciepło odbierane przez nasze receptory nerwowe. Im bardziej rozgrzany obiekt tym więcej promieniowania podczerwonego emituje. Również zimne obiekty takie, jak np. lód, mrożonki, czy zimna woda, emitują promieniowanie podczerwone.

Ciało o skali  
zblizonej do  
długości fali

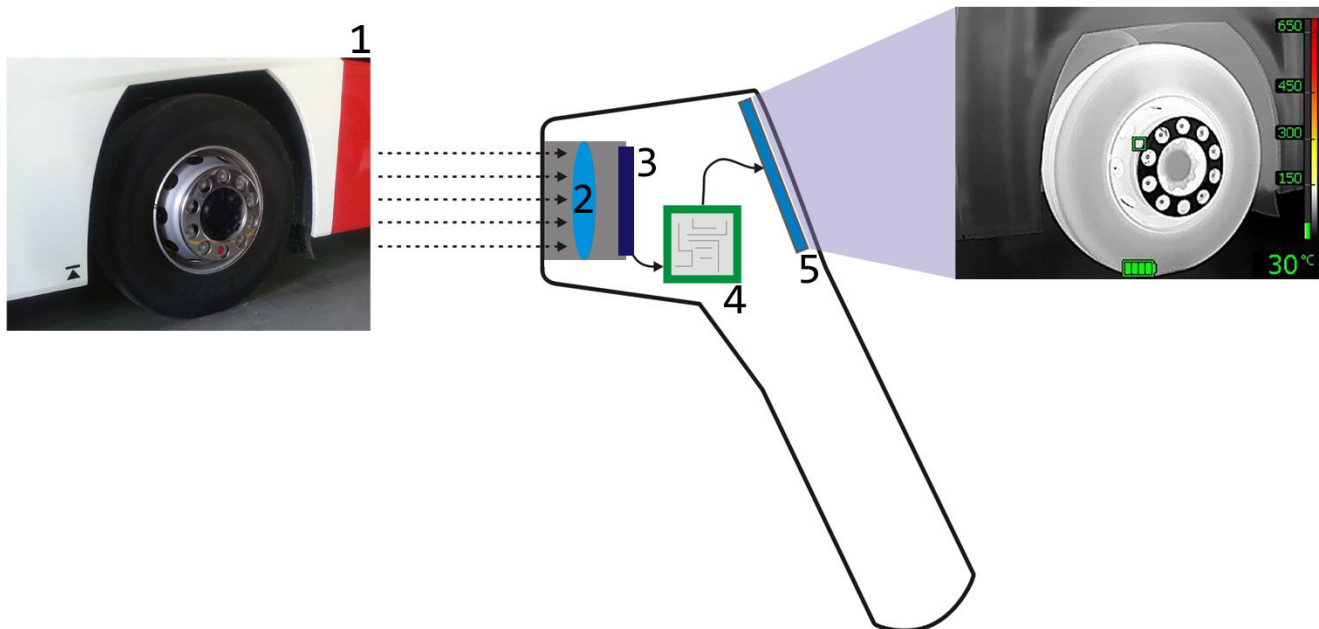


■ Rys. 1: Spektrum fal elektromagnetycznych z zaznaczonym promieniowaniem podczerwonym. [Źródło: Opracowanie własne]

## 1.2. Kamera termowizyjna

Kamera termowizyjna rejestruje intensywność promieniowania w podczerwonej części widma elektromagnetycznego i zamienia je na obraz widzialny. Termografia w podczerwieni jest więc tak naprawdę sztuką zamiany obrazu w podczerwieni na obraz radiometryczny, umożliwiającą odczytanie temperatur. Każdy piksel w obrazie radiometrycznym jest w istocie odczytem wartości temperatury. Aby to umożliwić w kamerze zastosowano bardzo złożone algorytmy.

Obiekty z rzeczywistej sytuacji [1] emitują promieniowanie podczerwone, które następnie jest wychwytywane przez soczewkę [2] wykonaną najczęściej z germanu, umieszczoną z przodu kamery termowizyjnej. Następnie promieniowanie skupiane jest przez detektor podczerwieni [3]. Kolejnym krokiem jest przetworzenie [4] wyłapanego sygnału podczerwieni i wyświetlenie go w ostateczności na wyświetlaczu [5] w postaci obrazu termicznego.



■ Rys. 2: Schemat działania kamery termowizyjnej [kamery IR]  
[Źródło: Opracowanie własne]

**Kamery termowizyjne, pomimo że nazywamy je „kamerami”, są raczej czujnikami, a sposób generowania przez nie obrazu odbiega od tego, do którego jesteśmy przyzwyczajeni używając zwykłych kamer video.**

Historia praktycznego zastosowania termowizji sięga lat 50 XX wieku. Ze względu na bardzo wysokie ceny, pierwsze kamery termowizyjne przeznaczone dla celów pożarniczych pojawiły się dopiero około roku 1990. W późniejszych latach zaczęły stawać się standardem wyposażenia wielu jednostek strażackich. Pierwsze kamery ze względu na swoje rozmiary i wagę wymagały często użycia obu rąk, a ich akumulatory nie pozwalały na długie działanie. Mimo tych niedogodności, kamery potwierdzały swoją wartość w działaniach, ułatwiając pracę strażakom. Dziś są to poręczne, lekkie, wytrzymałe urządzenia, obsługiwane jedną ręką, a najnowsze rozwiązania pozwalają na pracę bez użycia rąk, poprzez rozwiązania nabełmowe.



■ Fot. 1: Kamery termowizyjne FLIR z Serii-K dla straży pożarnych.  
[Źródło: [www.flir.com](http://www.flir.com)]

W kamerach termowizyjnych przeznaczonych dla zastosowań pożarniczych stosuje się podczerwień średnią określaną w przedziale 7 - 14  $\mu\text{m}$  (mikrometrów). Dają one obraz w pseudokolorach tzn. monochromatycznych, żółty i czerwony, ponieważ są wyposażone w detektor, który nie odróżnia długości fal podczerwonych. Jedynie zastosowanie bardzo skomplikowanego detektora do rozpoznawania różnych długości fal pozwoliłoby na bezpośrednie obrazowanie w rzeczywistym kolorze. Takich rozwiązań nie stosuje się ze względu na to, iż różne długości fal podczerwonych nie odpowiadają kolorystyce „widzenia barw” widzianych przez ludzi. Zastosowanie „pseudo kolorów” zostało wymuszone ograniczoną możliwością dostrzegania przez ludzkie oko drobnych różnic w intensywności kolorów jasnych. W praktyce wygląda to następująco: kolor czarny oznacza części najchłodniejsze, temperatury pośrednie to odcienie szarości i kolor biały, a najcieplejsze części wyświetlane są za pomocą koloru żółtego, aż do czerwonego.

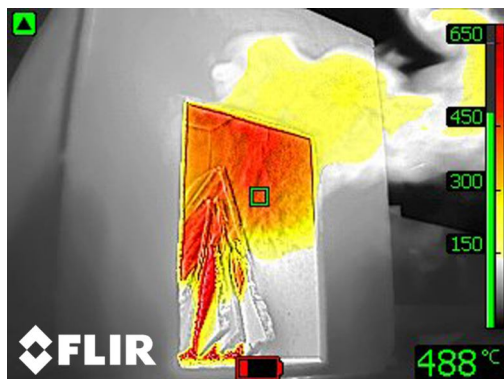
## Przykładowe zdjęcia termalne z kamer termowizyjnych



Fot. 2: Termogram przedstawiający postać mężczyzny w kolorystyce monochromatycznej.



Fot. 3: Zdjęcie termalne komputera przenośnego wraz z przewodem zasilającym. Kolorystyka monochromatyczna.



Fot. 4: Przykładowy termogram pożaru testowego w małej skali. Kolorystyka monochromatyczna wraz z kolorystyką żółto-czerwoną (tzw. pseudo kolor) obrazującą wysokie temperatury.



Fot. 5: Termogram przedstawiający odcisk stóp ludzkich na posadzce po przejściu na bosą. Termogram w kolorystyce monochromatycznej.

### 1.3. Parametry kamer termowizyjnych i ich znaczenie

**Rozdzielczość detektora** - Detektor podczerwieni to najbardziej zaawansowana i najdroższa część kamery, zaś rozdzielczość detektora kamery to jeden z najważniejszych parametrów kamer termowizyjnych. Rozdzielczość detektora (inaczej czujnik kamery, rozdzielczość matrycy), wyrażona jest w pikselach i wskazuje nam ilość czujników promieniowania podczerwonego w matrycy detektora (np. 160×120 czy 320×240 pikseli).

Im większa rozdzielczość, tym kamera ma większe i lepsze możliwości. Większa ilość pikseli detektora pozwala bowiem osiągnąć bardziej szczegółowy obraz w podczerwieni. W praktyce przekłada się to na np. łatwiejsze odnalezienie osób podczas działań gaśniczych, znalezienie kierunku przepływu gazów pożarowych (dymu) lub odnalezienie osób w terenie. Nie należy mylić rozdzielczości wyświetlacza z rozdzielczością detektora podczerwieni, która również jest wyrażona w pikselach.





Rozdzielczość 160 x 120 pikseli



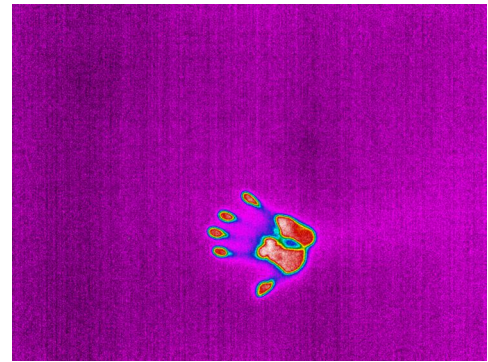
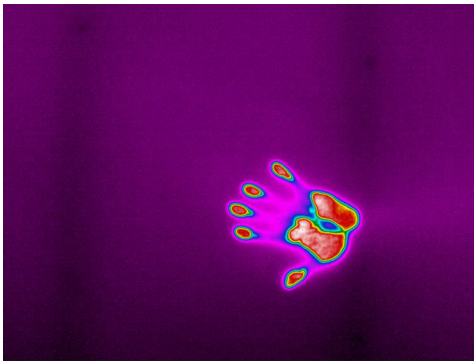
Rozdzielczość 240 x 180 pikseli



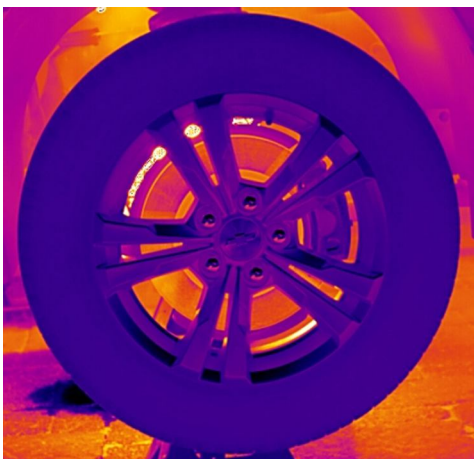
Rozdzielczość 320 x 240 pikseli

- Fot. 6: Przykładowe termogramy w różnych rozdzielczościach. (Źródło: [www.flir.com](http://www.flir.com))

Istotne jest także jaki typ detektora podczerwieni zastosowano w danej kamerze. Wyróżniamy dwa typy detektorów: chłodzone i niechłodzone. Kamery termowizyjne z chłodzonym detektorem posiadają więcej zalet w stosunku do kamer termowizyjnych z detektorem niechłodzonym. Nowoczesna kamera termowizyjna z detektorem chłodzonym ma czujnik obrazowy, zintegrowany z „chłodziwą kriogeniczną” która obniża temperaturę czujnika do bardzo niskich temperatur. Obniżenie temperatury czujnika pozwala zmniejszyć wszystkie szумы termiczne. Tego typu detektory stosuje się zatem w kamerach do precyzyjnego obrazowania termicznego. Kamery termowizyjne dla



- Fot. 7 i 8: Przykładowy termogram wykonany przy użyciu detektora chłodzonego (po lewej) i niechłodzonego (po prawej). (Źródło: [www.flir.com](http://www.flir.com))

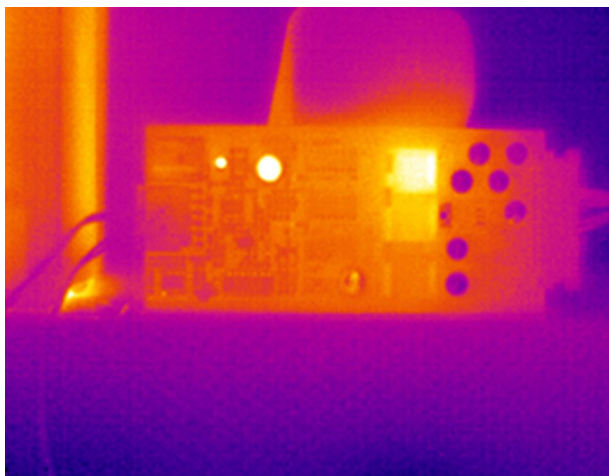


- Fot. 9 i 10: Przykładowy termogram koła pojazdu w ruchu wykonany przy użyciu detektora chłodzonego (po lewej) i niechłodzonego (po prawej). (Źródło: [www.flir.com](http://www.flir.com))

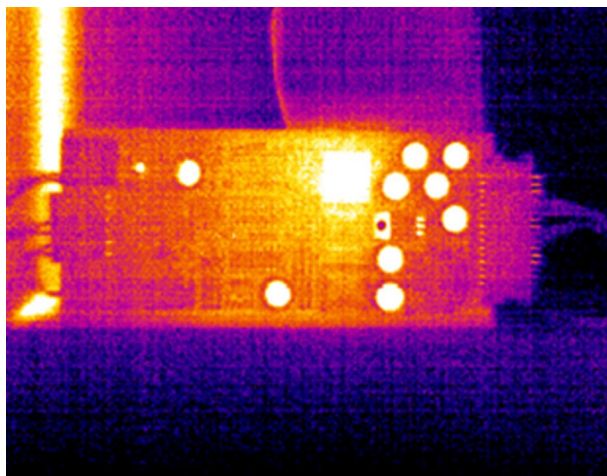


## Czułość termiczna NETD (Noise Equivalent Temperature Difference )

Czułość kamery wyrażona w mK, określa najniższą różnicę temperatur, która może być odczytana i wyświetlona przez kamerę termowizyjną. Niska czułość gwarantuje ostry obraz nawet przy najmniejszych różnicach temperatur. Im niższa wartość NETD danej kamery, tym większa dokładność pomiarowa i wyższa jakość obrazu.



Fot. 11: Termogram o wartości NETD 60mK.



Fot. 12: Termogram o wartości NETD 80mK.

## Częstotliwość odświeżania obrazu

Im większa częstotliwość odświeżania, tym obraz będzie płynniej wyświetlany i nie będzie dochodzić do „zawieszania” się obrazu podczas sprawdzania przestrzeni. Dla potrzeb strażackich bardzo dobrą częstotliwością odświeżania jest 60 Hz.

## Skala temperatur

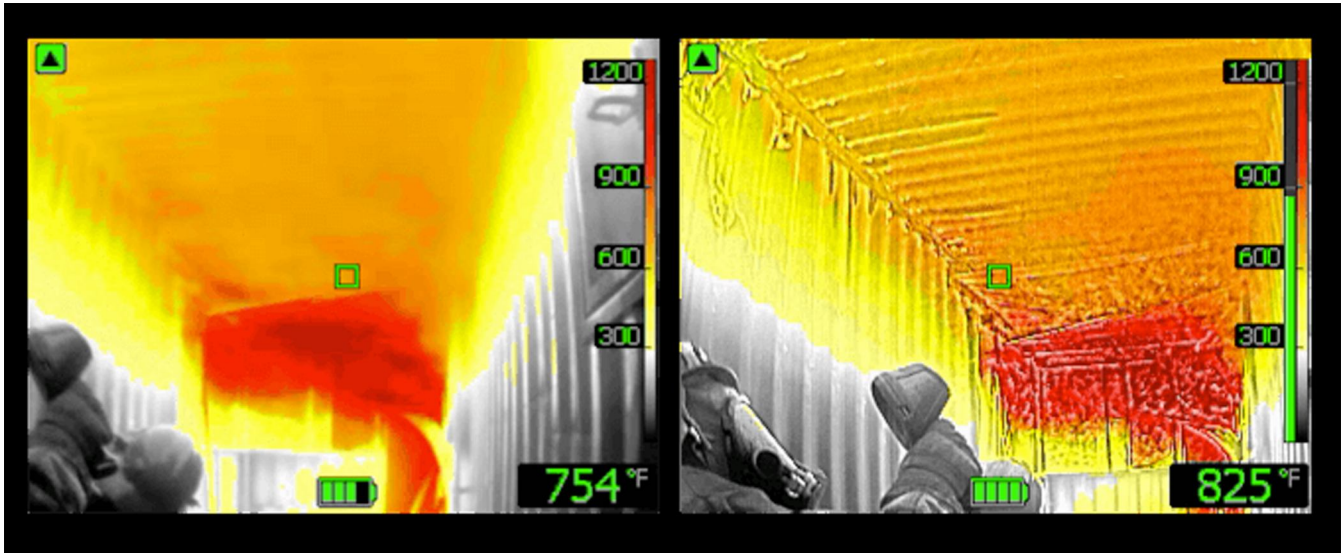
Skala temperatur mówi nam jakie minimalne i maksymalne temperatury kamera może zmierzyć. Zakres pomiaru od  $-20^{\circ}\text{C}$  do  $+600^{\circ}\text{C}$  jest standardowym i w pełni wystarczającym przedziałem dla strażackich kamer termowizyjnych.

## Pole widzenia (FOV - Field Of View)

Wartości pola widzenia opisują obszar widoczny za pomocą kamery termowizyjnej. Im pole widzenia ma większe kąty, tym pozwala ono na uchwycenie większej przestrzeni jednocześnie przez kamerę termowizyjną. Wartość pola widzenia wyrażona jest zawsze w stopniach. Przykładowe wartości: Kamera FLIR K2 to  $47^{\circ} \times 31,5^{\circ}$ ; kamera FLIR K55 to  $51^{\circ} \times 38^{\circ}$ .

## System zwiększonej wyrazistości obrazu FSX™ [Flexible Scene Enhancement]

FSX™ to zaawansowany algorytm nieliniowego przetwarzania obrazu, który wydobywa szczegóły obrazu, takie jak krawędzie i narożniki, z oryginalnego obrazu. Te szczegóły są łączone z obrazem termalnym, czego rezultatem jest obraz termalny o zwiększonej szczegółowości.



■ Fot. 13 i 14: Przykładowy termogram bez FSX™ [z lewej] oraz z FSX™ [z prawej].  
[Źródło: www.flir.com]

### 1.4. Norma NFPA 1801:2013 - Wymagania dla kamer termowizyjnych dla straży pożarnych

Norma NFPA określa standard wymagań dla kamer IR dla straży pożarnych. Norma amerykańskiego stowarzyszenia ochrony przeciwpożarowej NFPA powstała w celu ułatwienia pracy i dostarczenia strażakom jak najlepszego produktu. Norma NFPA 1801:2013 wdraża nowe standardy dla kamer termowizyjnych używanych przez strażaków w działaniach bojowych. Te standardy określają minimalne wymagania w zakresie jakości obrazu, bezpieczeństwa oraz wytrzymałości, w tym przede wszystkim:

- detektor podczerwieni w zakresie 8 -14  $\mu\text{m}$ ,
- możliwość obsługi kamery w grubych strażackich rękawicach,
- soczewka wykonana z germanu,
- w celu zapewnienia płynnego obrazu - odświeżanie minimum 46 razy na sekundę,
- certyfikat IP67,
- widoczny przycisk ON/OFF,
- wyświetlanie termogramów w „pseudo kolorach”.

## 1.5. Wytrzymałość kamer termowizyjnych przeznaczonych dla straży pożarnych

Ze względu na warunki, w jakich przychodzi pracować kamerom termowizyjnym przeznaczonym dla strażaków, kamery te posiadają szereg ochron zabezpieczających co sprawia, że strażak otrzymuje wytrzymały na uszkodzenia sprzęt. Ochrony te narzuca również wspomniana wcześniej norma NFPA 1803:2013.

Ze względu na wynikającą z działań gaśniczych możliwość zalania kamery wodą, każda kamera, zgodnie z normą NFPA, musi posiadać stopień ochrony IP 67. Tak wysoki stopień ochrony pozwala w razie sytuacji awaryjnej na krótkotrwałe przebywanie w zanurzeniu w wodzie. Również dzięki temu, wszystkie porty posiadają szereg uszczelek zabezpieczających.



Fot. 15: Złącza kamery są w pełni uszczelnione. (FLIR K55)



Fot. 16: Dostęp do baterii zabezpieczony śrubą. (FLIR K65)

Kamery termowizyjne przeznaczone do działań ratowniczych powinny także przejść:

- test odporności na oddziaływanie płomienia,
- test odporności na temperaturę 260 °C przez 5 min,
- test drgań,
- test wstrząsów,
- test wytrzymałości (test bębnowy),
- test upadku z wysokości 2m na betonową podłogę.



Fot. 17: Test wytrzymałościowy kamer termowizyjnych FLIR Seria-K. (Źródło: [www.flir.com](http://www.flir.com))



## 2. Praktyczna obsługa kamery termowizyjnej

Obsługa kamery termowizyjnej w 7 krokach:

1. Kamerę zabierz ze sobą na początku działań.
2. Stosuj tryby pracy kamery odpowiednie do sytuacji.
3. Nie wykonuj gwałtownych ruchów.
4. Wewnątrz obiektu wykorzystaj technikę rzutu sześciennego.
5. Poruszaj się środkiem ciągu komunikacyjnego.
6. Prowadź pomiar temperatur.
7. Po działaniach przywróć stan gotowości kamery.

### 2.1. Technika „rzutu sześciennego”

Aby efektywnie sprawdzić całą kubaturę pomieszczenia oraz sprawnie poruszać się przy użyciu kamery termowizyjnej w zadymionych pomieszczeniach, rota podczas poruszania się wewnątrz obiektu stosuje metodę poruszania kamerą o umownej nazwie „rzut sześcienny”. Dzięki temu cała przestrzeń pomieszczenia może zostać sprawdzona w sześciu krokach. Istotne jest stosowanie tej metody ze względu na wąskie kąty zakresu widzenia kamer termowizyjnych.

- Krok 1** - spojrzenie przed siebie,
- Krok 2** - spojrzenie w górę,
- Krok 3** - spojrzenie w dół,
- Krok 4** - spojrzenie w lewo,
- Krok 5** - spojrzenie w prawo,
- Krok 6** - spojrzenie za siebie do tyłu.

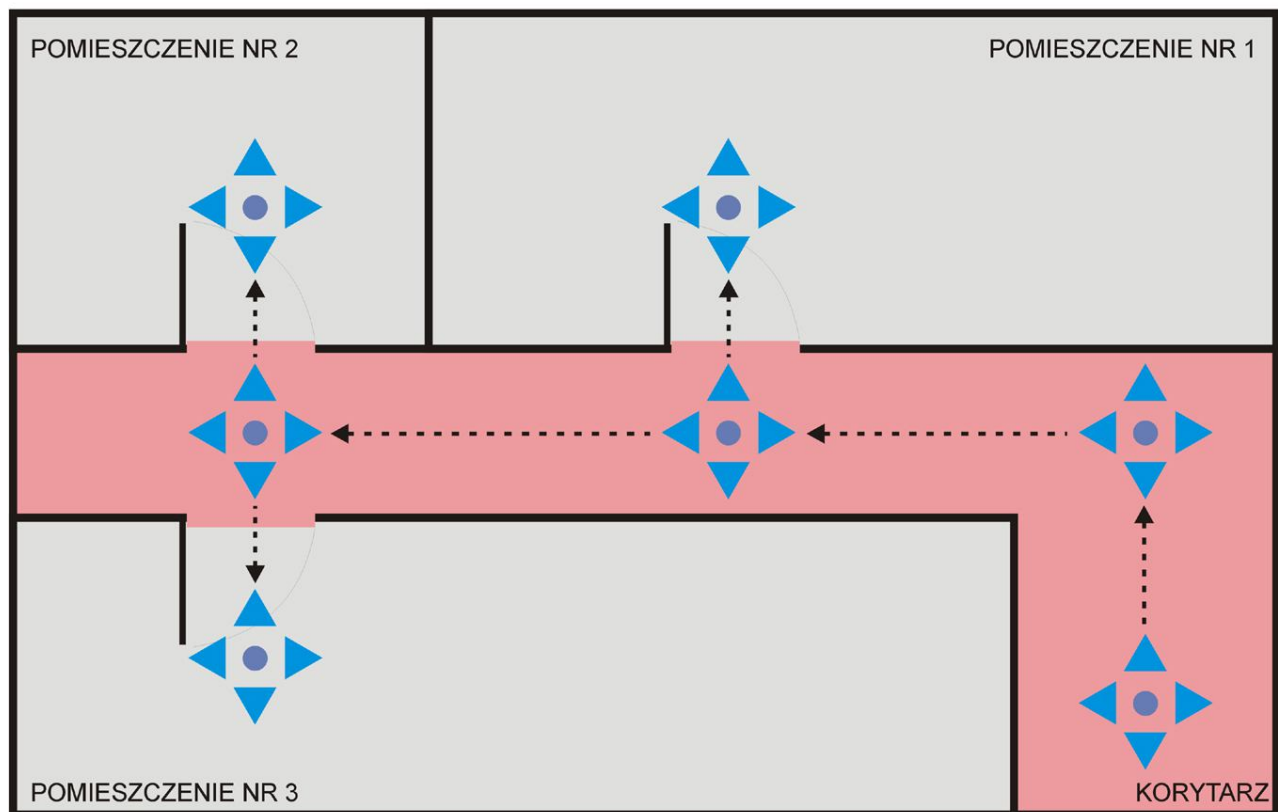


■ Fot. 18: „Rzut sześcienny” stosowany podczas poruszania się z kamerą termowizyjną w zadymionym pomieszczeniu. [Źródło: Opracowanie własne]

## 2.2. Poruszanie się z kamerą w zadymieniu lub ciemności

Kolejnym ważnym aspektem podczas poruszania się z kamerą w obiekcie w zadymieniu lub w całkowitej ciemności (bez użycia latarek) jest to, aby poruszać się środkiem danego pomieszczenia lub danego ciągu komunikacyjnego (schody, korytarze). Jest to poparte tym, iż poruszanie się standardową metodą blisko ściany, może spowodować, że spoglądając kamerą termowizyjną na ścianę z tej bliskiej odległości, nasz zmysł wzroku odbierze wyświetlony obraz jako pustą przestrzeń przed nami, co spowoduje zachwianie zmysłu i bezskuteczną próbę pójścia w tą pustą przestrzeń [uderzenie w ścianę].

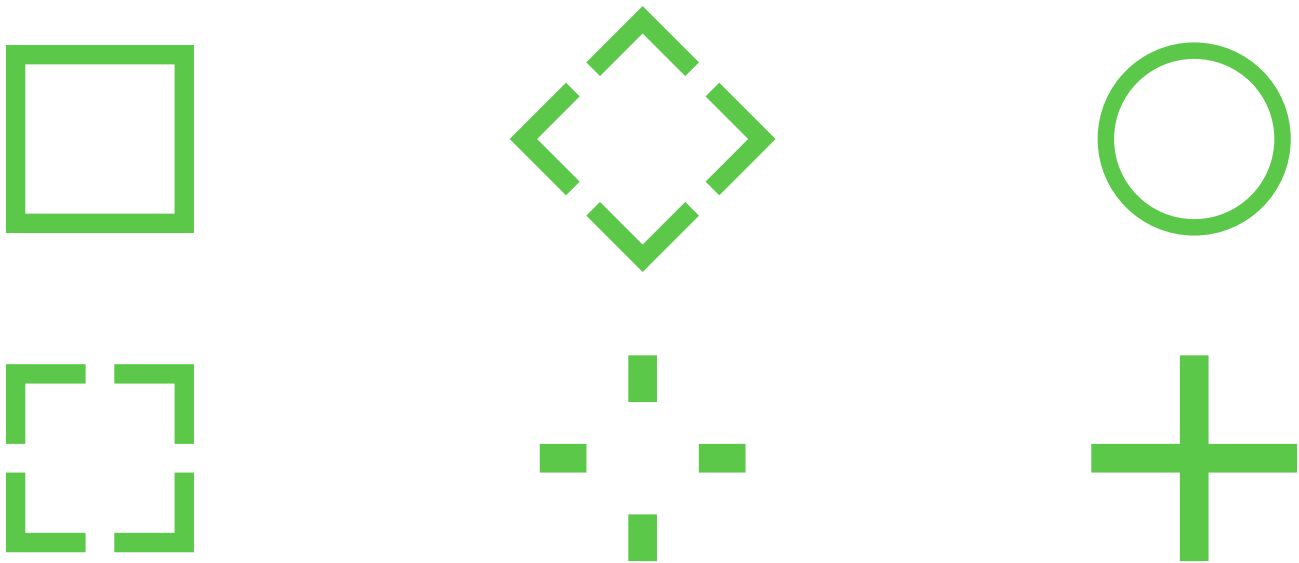
Poruszając się w budynku podczas działań, gdzie najczęściej jest kilka pomieszczeń, które mogą być wraz z korytarzem zadymione, trzeba co kilka metrów stosować metodę „rzutu sześciennego” dla samego korytarza i osobno dla każdego z pomieszczeń.



■ Rys. 3: Rysunek przedstawiający poruszanie się w budynku z kilkoma pomieszczeniami zadymionymi za pomocą metody „rzutu sześciennego”. [Źródło: Opracowanie własne]

## 2.3. Pomiar temperatury

Kamera termowizyjna pozwala na punktowy pomiar temperatury danego obiektu, urządzenia lub ciała. Punkt pomiaru temperatury przedstawiony w formie graficznej znajduje się zawsze na środku obrazu termalnego, natomiast wartość temperatury wyrażona w stopniach Celsjusza lub Fahrenheita znajduje się z boku lub na dole obrazu termicznego.



■ Rys. 4: Przykładowe formy graficzne punktu pomiarowego.  
[Źródło: Opracowanie własne]

## 2.4. Tryby pracy kamer termowizyjnych na przykładzie FLIR z Serii-K



■ Fot. 19: Przykładowy termogram w trybie podstawowym. [Źródło: www.flir.com]

### Tryb podstawowy / NFPA Tryb podstawowy

- przeznaczony do początkowego natarcia na pożar, odnajdywania uszkodzonych oraz rozpoznania pożarowego
- automatyczny zakres temperatur: -20 do 150°C lub od 0 do 650°C
- koloryzacja ciepła: od 150 do 650°C



■ Fot. 20 Przykładowy termogram w trybie czarno-białym. [Źródło: www.flir.com]

### Czarno-biały tryb strażacki / NFPA Basic Plus monochromatyczny

- przeznaczony do początkowego natarcia na pożar, odnajdywania uszkodzonych oraz rozpoznania pożarowego
- automatyczny zakres temperatur: -20 do 150°C lub od 0 do 650°C
- koloryzacja ciepła: brak
- im jaśniejszy punkt, tym cieplejsze miejsce; tryb czarno-biały jest częściej bardziej intuicyjny dla ludzkiego oka, niż paleta kolorów

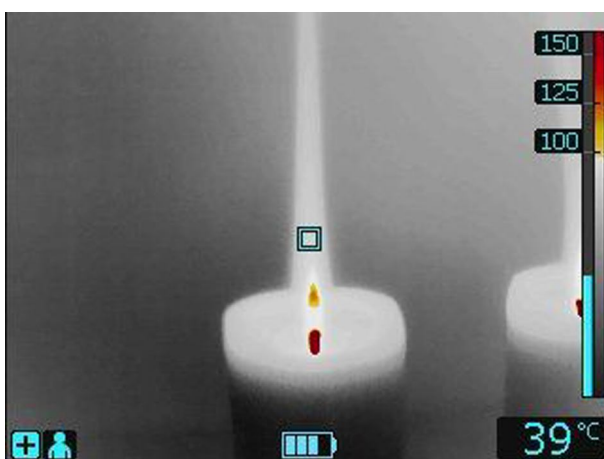




Fot.21: Przykładowy termogram w trybie ogniowym. [Źródło: www.flir.com]

### Tryb ogniowy / NFPA Basic Plus tryb ogniowy

- przeznaczony do początkowego natarcia na pożar, odnajdywania uszkodzonych oraz rozpoznania pożarowego
- odpowiedni w przypadku wyższych temperatur w tle
- automatyczny zakres temperatur: -20 do 150°C lub 0 - 650°C
- koloryzacja ciepła: 250-650°C



Fot. 22: Przykładowy termogram w trybie poszukiwawczo-ratowniczym. [Źródło: www.flir.com]

### Tryb poszukiwawczo-ratowniczy / NFPA Basic Plus poszukiwawczy

- przeznaczony dla sytuacji z niższymi temperaturami
- niebieski słupek wskazuje temperaturę w punkcie pomiarowym
- zakres wysokiej czułości zablokowany: -20 do 150°C
- koloryzacja ciepła: 100 - 150 °C



Fot. 23: Przykładowy termogram w trybie wykrywania ciepła

### Tryb wykrywania ciepła / NFPA Basic Plus wykrywanie ciepła

- przeznaczony do poszukiwań tzw. „najcieplejszych punktów”
- niebieski słupek wskazuje temperaturę w punkcie pomiarowym
- zakres wysokiej czułości zablokowany: -20 do 150°C
- koloryzacja ciepła: 20% najgorętszych miejsc obrazu termalnego
- dynamiczny wskaźnik

## 2.5. Czynności Przed i Po Użyciu Kamery

### Przed użyciem kamery w działaniach:

- sprawdź czy bateria jest prawidłowo zamontowana w kamerze,
- sprawdź wizualnie stan obudowy,
- sprawdź zabezpieczenie wtyczek,
- włącz kamerę,
- sprawdź stan naładowania akumulatora (w przypadku niskiego stanu naładowania akumulatora wymień go na inny),
- sprawdź czy wyświetlony po włączeniu tryb jest trybem podstawowym stosowanym przez twoją jednostkę / odpowiednim do działań (w razie potrzeby zmień tryb pracy),
- sprawdź czy kamera posiada akcesoria umożliwiające przyczepienie do ubrania ochronnego.

### Po użyciu kamery termowizyjnej:

- wyłącz kamerę,
- wyczyść obudowę kamery przy pomocy ciepłej wody lub słabego detergentu naniesionego na miękką ściereczkę,
- wyczyść soczewkę przy pomocy komercyjnego płynu do soczewek z więcej, niż 30% alkoholu izopropylowego lub 96% alkoholu etylowego naniesionego na bawełnianą ściereczkę,
- naładuj akumulator,
- w przypadku uszkodzenia którejkolwiek części kamery, skontaktuj się z serwisem urządzenia (nie próbuj dokonywać napraw samodzielnie),
- jeżeli jest taka potrzeba, zgraj zdjęcia i filmy na komputer.

## 3. Przykłady praktycznego zastosowania kamery termowizyjnej w działaniach ratowniczych

### 3.1. Działania gaśnicze



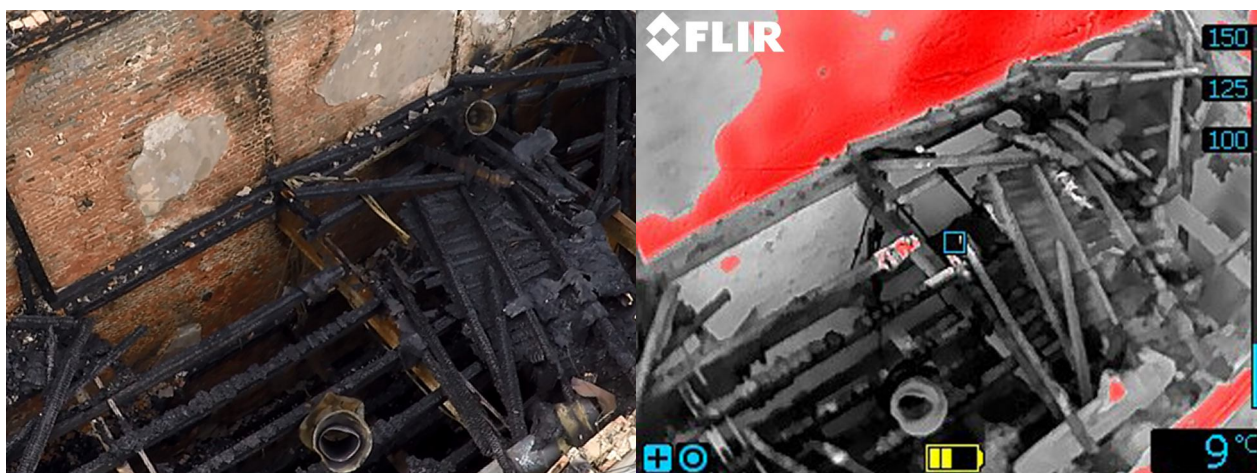
■ Fot. 24 i 25: Przykładowe zastosowanie kamery termowizyjnej przy rozpoznaniu 360 stopni.  
[Źródło: Opracowanie własne]

#### Rozpoznanie 360

Kamera termowizyjna powinna być stosowana od samego początku akcji zarówno przez rotę, jak i dowódcę akcji. Omawiając stosowanie kamery termowizyjnej przez dowódcę działań, możemy mówić o rozpoznaniu 360 stopni, gdzie obchodząc budynek lub obiekt, możemy zlokalizować miejsce pożaru lub miejsca świadczące o prawdopodobnym pożarze. Na zdjęciach przedstawiono sytuację, gdzie przy pomocy kamery zlokalizowano miejsce pożaru lub ujście gazów pożarowych (dym).

Innym przykładem i zastosowaniem kamery termowizyjnej w rozpoznaniu jest sytuacja nieprecyzyjnego zgłoszenia np. pożaru domku letniskowego na ogródkach działkowych w nocy. Aby zaoszczędzić długiego szukania miejsca pożaru, można przy pomocy kamery z kosza drabiny hydraulicznej spróbować znaleźć jasne, ciepłe budynki lub "najcieplejsze punkty" w obrębie budynków, które mogą świadczyć o pożarze.

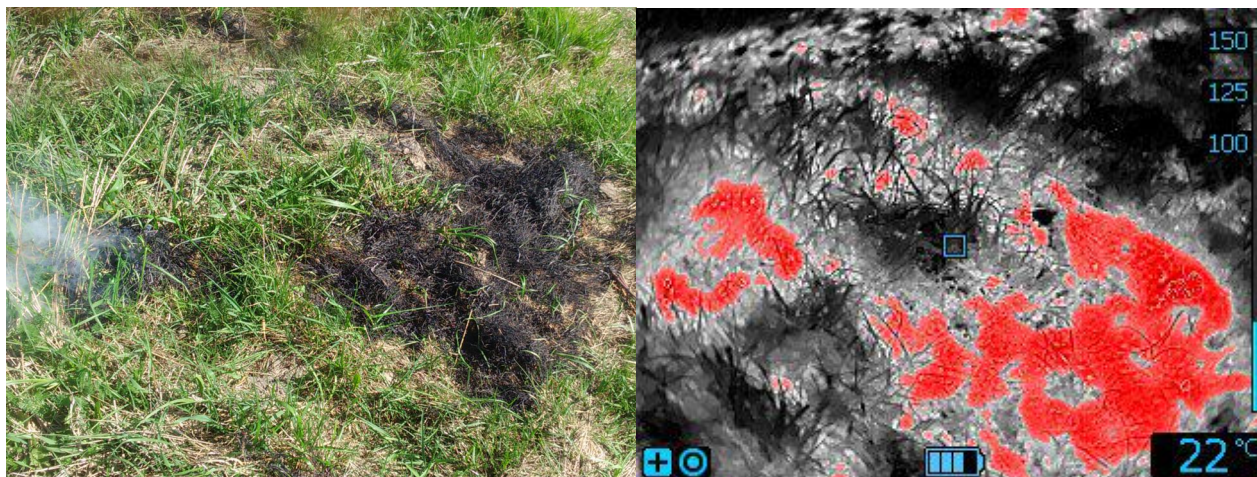
#### Pogorzeliska i pożary traw



■ Fot. 26 i 27: Przykładowe zastosowanie kamery termowizyjnej przy sprawdzaniu pogorzeliska.  
[Źródło: Opracowanie własne]



Należy również wspomnieć o możliwości wykorzystania kamery IR w rozpoznaniu prowadzonym z kosza drabiny hydraulicznej lub podnośnika hydraulicznego. Kamera umożliwia odnajdywanie tzw. „najgorętszych punktów” w pogorzelisku, które mogą świadczyć o ukrytych źródłach ognia lub ciepła. W przypadku pogorzeliska po pożarach traw i nieużytków kamera uwidoczni punkty, w których może się jeszcze utrzymywać wysoka temperatura lub mogą się tlić pozostałości roślin. Do tych celów służy tryb „najgorętszych punktów” uruchamiany za pomocą przycisku funkcyjnego kamery lub możliwy do ustawienia po podłączeniu kamery do komputera.



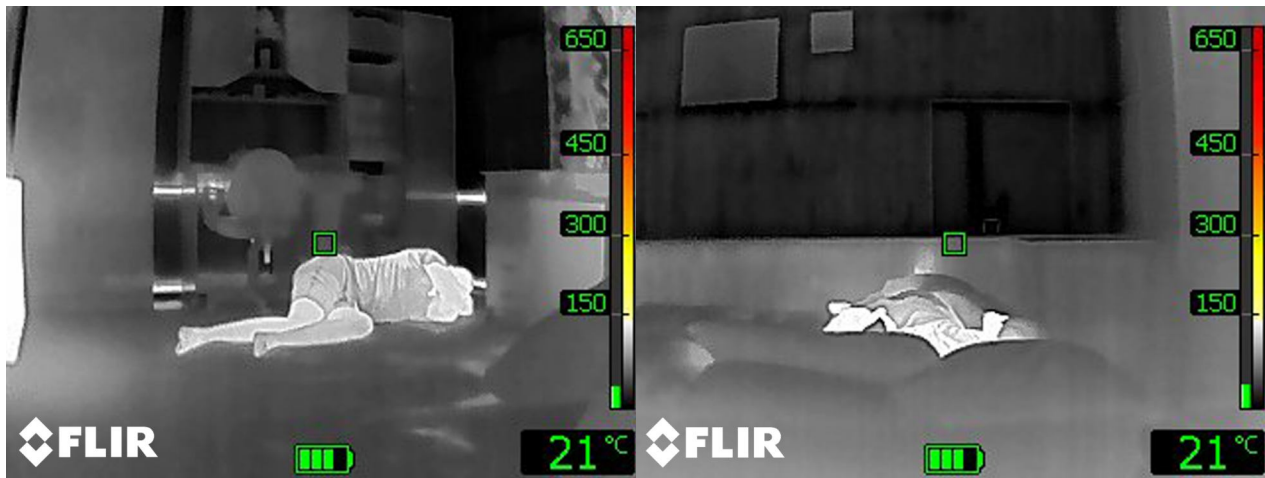
■ Fot. 28 i 29: Przykład zastosowania kamery do odszukania „gorących punktów” podczas pożarów traw.

## Poszukiwania osób poszkodowanych w pożarze



■ Fot. 30 i 31: Przykład zastosowania kamery do odszukania osób poszkodowanych w pożarze.

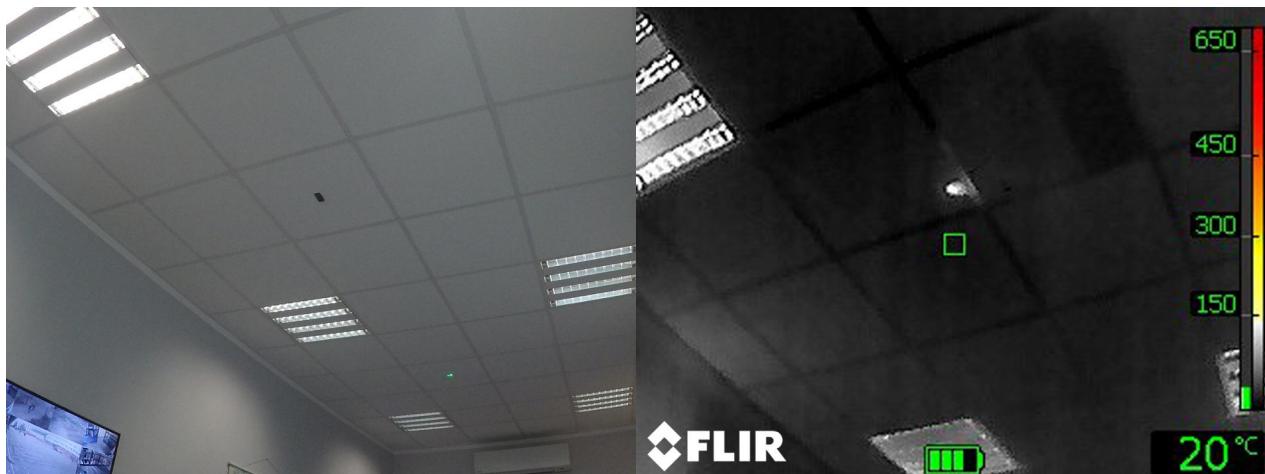
Rota wchodząca jako pierwsza do działań gaśniczych, użyje kamery w celu zlokalizowania osób poszkodowanych w pożarze. Zdjęcia przedstawiają realną sytuację w przypadku pomieszczenia całkowicie wypełnionego dymem ograniczającym widoczność do kilku centymetrów. Za pomocą kamery IR możemy spojrzeć i zlokalizować osoby poszkodowane. Na obrazie termalnym widać postać leżącej osoby poszkodowanej.



■ Fot. 32 i 33: Przykład zastosowania kamery do odszukania osób w zadymionym pomieszczeniu.

Kolejne dwa obrazy termalne obrazują sytuację, gdzie możemy dostrzec postać osoby poszkodowanej poprzez dym całkowicie wypełniający pomieszczenie. Na lewym zdjęciu osoba poszkodowana znajduje się na podłodze. Prawe zdjęcie obrazuje postać osoby poszkodowanej leżącej w łóżku.

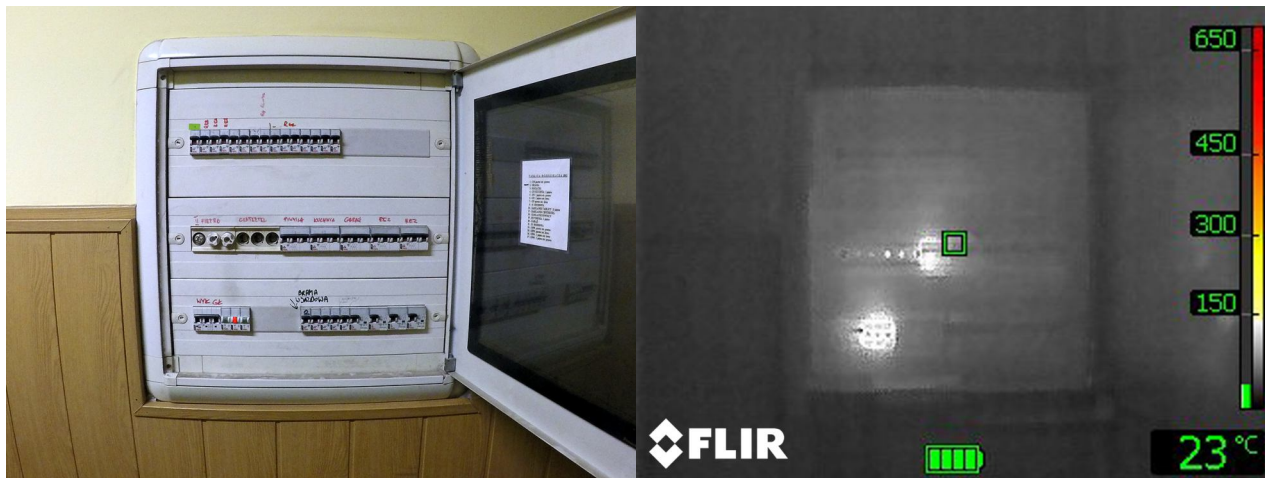
### Lokalizowanie pożarów ukrytych



■ Fot. 34 i 35: Przykład zastosowania kamery do odszukania pożarów ukrytych.

Inną możliwością wykorzystania kamer IR jest wyszukiwanie ciepłych punktów mogących świadczyć o pożarze ukrytym nad podwieszanymi sufitami lub podbitką dachową wykonaną np. z płyt kartonowo-gipsowych. Powyższy termogram ukazuje widoczny ciepły punkt (jasny punkt nad zielonym kwadratem) nad sufitem podwieszanym (tzw. kasetonami), który może być rozwijającym się pożarem ukrytym lub przegrzewającym się kablem czy urządzeniem tam zamontowanym. Z tego względu sytuacje typu „wyczuwalny dziwny zapach” lub „wyczuwalny zapach spalenizny” są zdarzeniami sugerującymi użycie w pierwszej kolejności kamery termowizyjnej. Może ona szybko wskazać przyczynę, w postaci tłoczących lub nagrzewających się kabli. W ten sposób możemy również rozpoznać wentylator w kratce wentylacyjnej. Aby taki ciepły punkt był widoczny na obrazie termalnym, ciepło w sposób kondukcyjny lub radiacyjny musi ogrzać powierzchnię, pod którą się znajduje. Innym zastosowaniem kamery do poszukiwania ciepłych punktów jest przeszukiwanie stert śmieci, hałd materiałów lub wszelkiego typu zmagazynowanych rzeczy.





■ Fot. 36 i 37: Przykład zastosowania kamery do odszukania rozgrzanych punktów lub części urządzeń.

Przykładem wykorzystania kamer termowizyjnych do poszukiwania rozgrzanych punktów lub części urządzeń jest sprawdzenie przegrzewających się szaf z bezpiecznikami. Są one czasami przyczyną „dziwnych zapachów spalinowych” do których wzywana jest straż pożarna. Termogram obrazuje nagrzane punkty w szafce z bezpiecznikami.

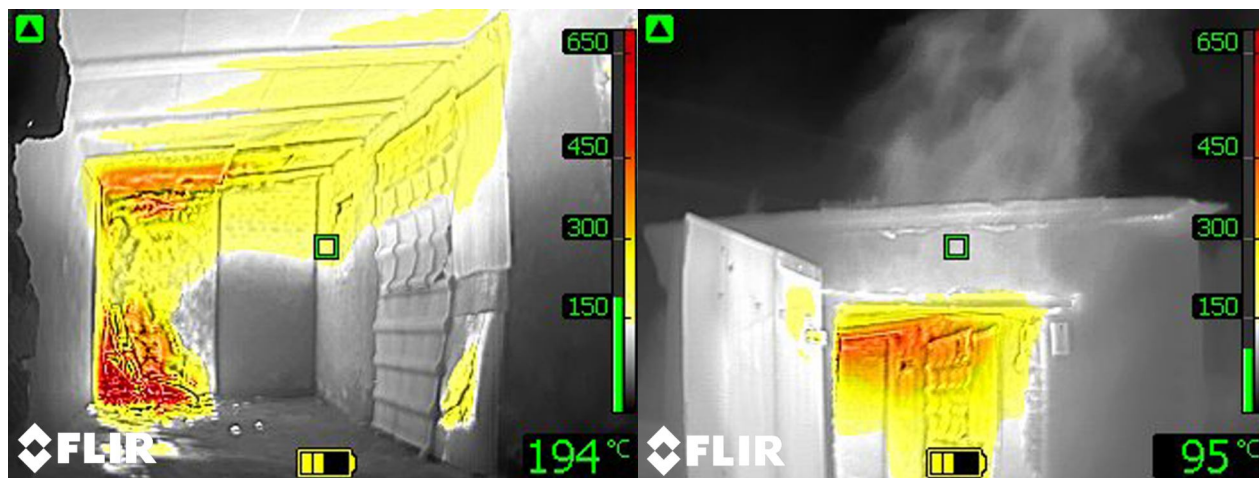


■ Fot. 38 i 39: Przykład zastosowania kamery do sprawdzania stopnia nagrzania przewodów kominowych.

Kamerą na podczerwień można sprawdzić także stopień nagrzania przewodów kominowych, biegnących wewnątrz budynków podczas zdarzeń, gdzie doszło do zapalenia się sadzy. Za pomocą kamer podczas takich zdarzeń można odnaleźć pęknięcia przewodów kominowych i źródła wydostawania się dymu. Na termogramie widoczny jest przebiegający w ścianie przewód kominowy (jasna pionowa ścieżka).



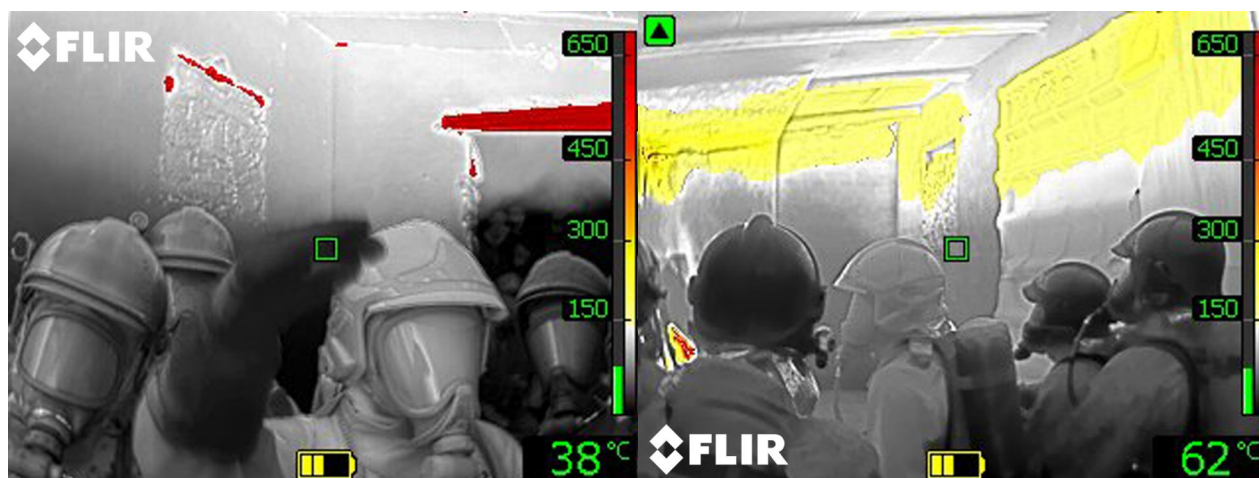
## Lokalizowanie źródeł pożaru



■ Fot. 40 i 41: Przykład zastosowania kamery do odszukania źródeł pożaru.

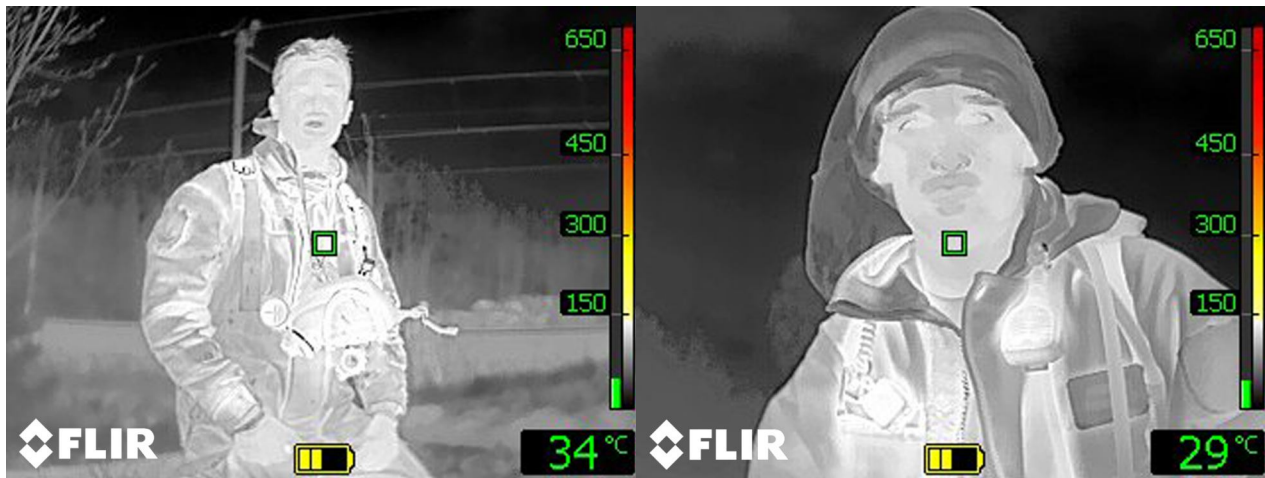
Kamera termowizyjna ułatwia znalezienie ogniska pożaru poprzez obserwację ruchu gazów pożarowych (dymu) w trakcie natarcia wewnątrz budynku. Jest to istotna pomoc w szczególności podczas działań w długich korytarzach lub dojściach w piwnicach. Używając kamery możemy w ten sposób precyzyjnie określić, w której części zadymionego korytarza znajduje się pożar. Obraz termalny na powyższych zdjęciach obrazuje ruch gazów pożarowych od źródła pożaru, aż do ujścia gazów na zewnątrz budynku.

## Ochrona strażaków podczas działań



■ Fot. 42 i 43: Przykład zastosowania kamery do ochrony strażaków podczas działań.

Kamery termowizyjne można również wykorzystywać do monitoringu pracy strażaków podczas ćwiczeń lub działań gaśniczych. Przy ich pomocy można w łatwy sposób uniknąć narażenia na kontakt z gorącą warstwą podsufitową dymu. Pierwszy obraz termalny pokazuje strażaków pod warstwą gorących gazów pożarowych (biała rozjaśniona góra zdjęcia, tuż nad hełmami). Drugi obraz termalny także ukazuje strażaków znajdujących się pod warstwą gorących gazów pożarowych (kolor żółty i białe opasanie) - zatem oni i ich ochrony osobiste nie są mocno narażone na nadmierne ciepło.



■ Fot. 44 i 45: Przykład zastosowania kamery do monitorowania strażaków.

Dodatkowo kamerę możemy też z powodzeniem wykorzystać do monitoringu strażaków po akcji, pod kątem sprawdzenia zbyt mocnego ogrzania środków ochrony indywidualnej. Zbyt mocno obciążone miejsca ŚOI pokazują się na obrazie termalnym jako białe plamy.

## Spalanie metanolu

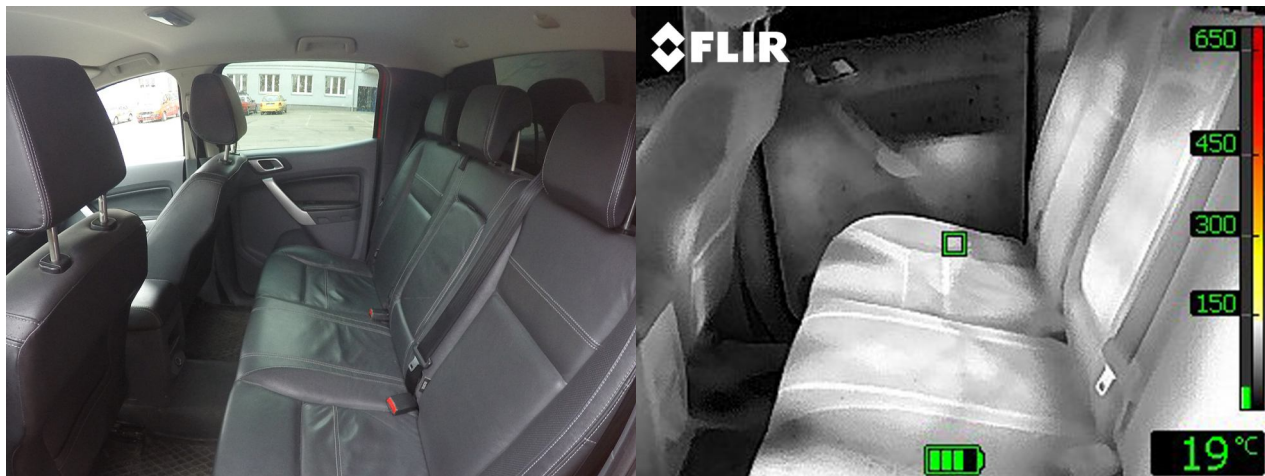


■ Fot. 46 i 47: Przykładowe zastosowanie kamery do zobrazowania płomienia substancji, spalającej się niewidocznym płomieniem.

Ciekawostką, choć z nikłą możliwością użycia podczas codziennych zdarzeń, jest wykorzystanie kamery do zobrazowania płomienia substancji, która spala się niewidocznym płomieniem. Mowa tutaj o alkoholach, a szczególnie czystym metanolu, gdzie płomień widoczny jest tylko w obrazie termalnym. Zamieszczony przykład pokazuje małą ilość testową metanolu, która spala się niewidocznym dla oka płomieniem, natomiast kamera termowizyjna „uwidoczniała” płomień.



## 3.2 Zdarzenia w komunikacji drogowej



■ Fot. 48 i 49: Przykładowe zastosowanie kamery w zdarzeniach komunikacyjnych.

W zdarzeniach z udziałem pojazdów komunikacyjnych z powodzeniem możemy posłużyć się kamerą termowizyjną. Pozwala ona z dużym prawdopodobieństwem ustalić, ile osób znajdowało się w danym pojeździe i czy w razie wypadku, któraś z nich nie oddaliła się z miejsca zdarzenia lub też nie została „wyrzucona” z pojazdu podczas np. zderzenia. Takie szacowanie ilości osób poruszających się pojazdem widoczne jest na termogramie kamery IR (zdjęcie powyżej) w postaci jasnych miejsc na powierzchni siedzisk w aucie.



■ Fot. 50 i 51: Przykładowe zastosowanie kamery w zdarzeniach komunikacyjnych.

Drugi przykład również przedstawia na termogramie rozgrzane miejsca - fotele w aucie. Należy pamiętać, że widoczność miejsc rozgrzanych przez siedzące w nich osoby zależy od czasu dotarcia zastępu na miejsce działań, czasu siedzenia osób w aucie lub też warunków pogodowych.



■ Fot. 52: Termogram przedstawiający widok podgrzewanych siedzeń samochodowych. (Źródło: www.flir.com)

We wspomnianym postępowaniu badania siedziisk pojazdów należy mieć na uwadze aspekty technicznych udogodnień dla pasażerów, które mogą wprowadzać w błąd strażaków korzystających z kamer IR. Na powyższych zdjęciach termicznych widać, że jasne rozgrzane miejsca fotela, spowodowane są włączonym wewnętrznym podgrzewaniem fotela pasażera.



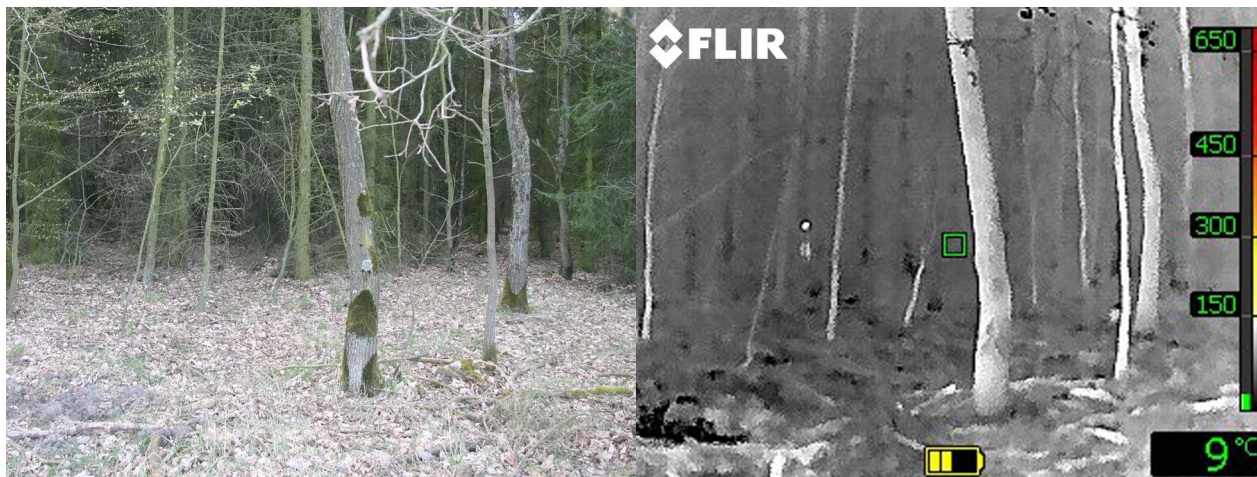
■ Fot. 53 i 54: Przykład zastosowania kamery do monitoringu nagranych elementów w pojazdach.

Innym praktycznym zastosowaniem kamery IR w działaniach komunikacyjnych jest monitoring temperatury nagrzania kół lub elementów hamulców w pojazdach, w których doszło do zatarcia hamulców. Na termogramie widoczne jest nagrzanie całego zespołu koła autobusu.



### 3.3. Działania poszukiwawcze

#### Poszukiwania zaginionych w lesie



■ Fot. 55 i 56: Przykładowe zastosowanie kamery do prowadzenia poszukiwań zaginionych w lesie.

Pierwszą możliwością zastosowania kamery termowizyjnej jest jej użycie do poszukiwań osób zaginionych w lesie. Jednak w przypadku takich działań użycie kamery IR niesie pewne ograniczenia. Ograniczenia wynikają z tego, że kamera „nie widzi przez materiały stałe”. Możemy zatem jedynie szukać zarysów cieplejszych obiektów. Na termogramie w powyższej sytuacji widać jedynie małe cieplejsze punkty (na lewo od zielonego kwadratu) które mogą wskazywać na osobę stojącą za krzewami i drzewem. Kamera umożliwia również znalezienie osób poprzez pokazanie zarysów ich postaci.

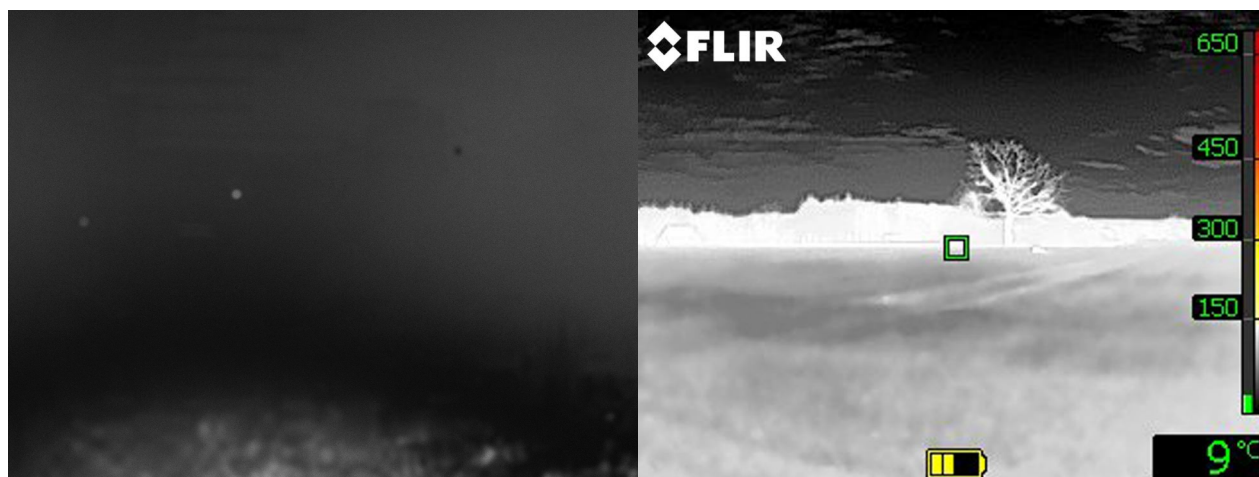


■ Fot. 57 i 58: Przykładowe zastosowanie kamery do prowadzenia poszukiwań zaginionych w lesie.

Kolejny przykład obrazuje osobę leżącą na podłożu leśnym, niezastłoniętą przez krzaki. Na termogramie zarys postaci jest dobrze widoczny na tle lasu, w postaci jasnego punktu (pod zielonym kwadratem).

## Poszukiwania zaginionych w terenie otwartym

Rozdzielczość kamery 320x240 pikseli (np. FLIR K55 i K65) pozwala na rozpoznanie osoby stojącej (wzrostu 180cm) z dystansu 125 metrów, rozdzielczość kamery 240x180 pikseli z odległości 100 metrów. W przypadku 4-metrowego słonia byłby to dystans kolejno 250 metrów (320x240 pikseli) i 200 metrów (240x180 pikseli).



■ Fot. 59 i 60: Przykładowe zastosowanie kamery do prowadzenia poszukiwań zaginionych w terenie otwartym.

Kamera IR sprawdza się także podczas działań nocnych w terenie otwartym, podczas poszukiwań osoby poszkodowanej lub osoby zaginionej. Na powyższych zdjęciach termogram pokazuje zarys osoby leżącej w polu na prawo od widocznego drzewa.

## Przeszukiwanie gruzowiska



■ Fot. 61 i 62: Zastosowanie kamery IR w działaniach poszukiwawczych na gruzowisku.



Zastosowanie kamery IR w działaniach poszukiwawczych na gruzowisku po zawaleniu się budynku lub innego obiektu jest bardzo ograniczone. Pierwsze ograniczenie wynika z braku możliwości „widzenia przez materiał stały” przez kamerę IR. Zatem jedynie sytuacja kiedy jakaś część ciała osoby poszkodowanej nie jest zakryta jakimś przedmiotem, daje możliwość zobrazowania jej przez kamerę termowizyjną.

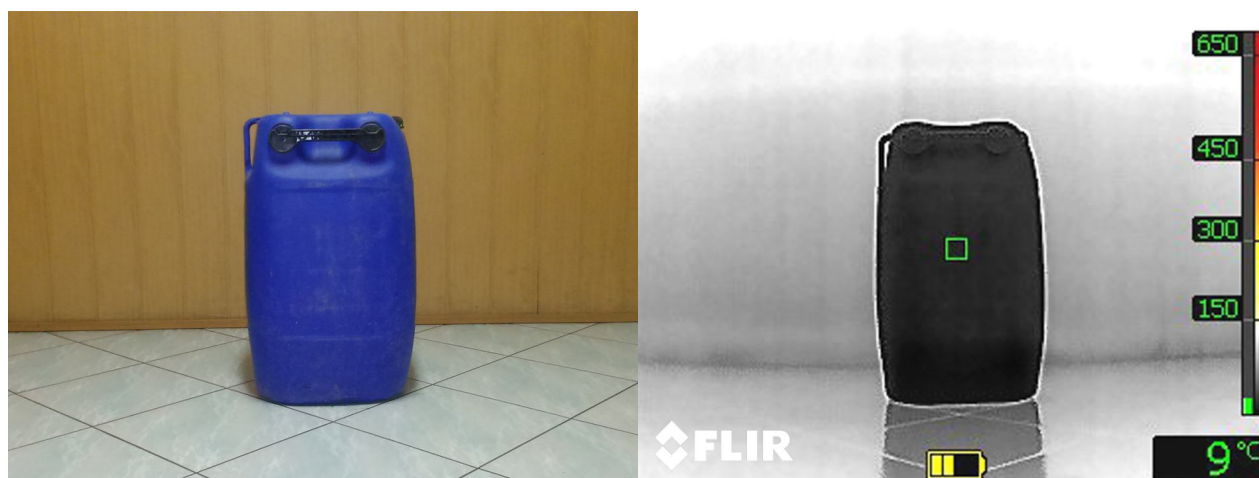
Innym ograniczeniem może być fakt, że osoba poszkodowana pokryta jest pyłem z zawalonego obiektu, co spowoduje problem w interpretacji zarysu postaci na termogramie. Trzecia sytuacja to zlanie się zarysu postaci z gruzem w przypadku, gdy ma on podobną temperaturę jak ciało poszkodowanego. Na powyższym termogramie ciężko odnaleźć leżącą osobę w gruzowisku. Jest to spowodowane nagrzaniem gruzu betonowego. Osoba znajduje się pod zielonym kwadratem.



■ Fot. 63 i 64: Zastosowanie kamery IR w działaniach poszukiwawczych na gruzowisku.

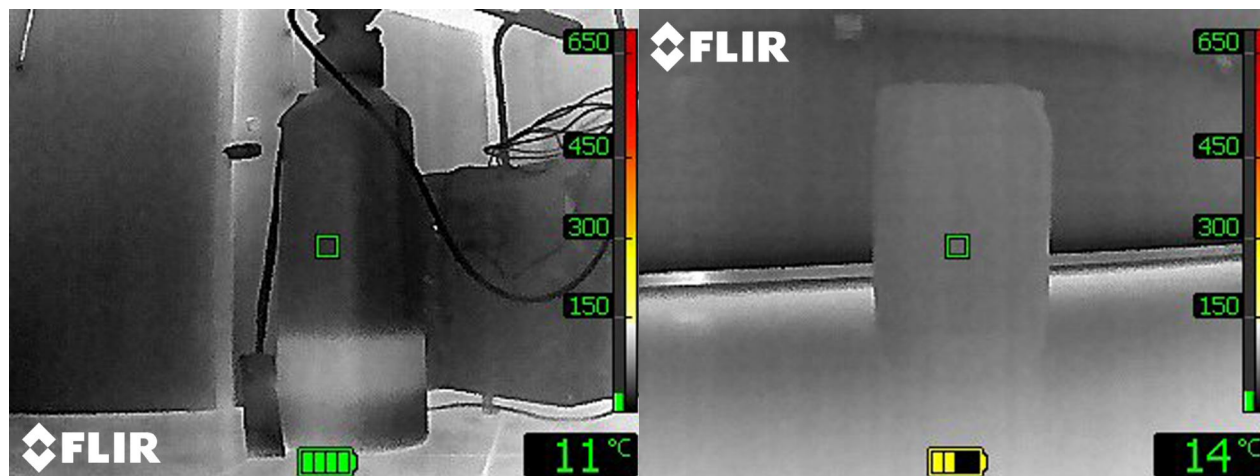
Kolejny przykład zastosowania kamery termowizyjnej na gruzowisku. Osoba poszkodowana nie jest widoczna w sposób czytelny na termogramie (znajduje się po prawej stronie przy kręgach od studni, nad zielonym pojazdem).

### 3.4. Działania w zakresie ratownictwa chemicznego



■ Fot. 65 i 66: Zastosowanie kamery IR do sprawdzenia poziomu płynów z pojemnikami.

W przypadku ratownictwa chemicznego kamery IR znajdują zastosowanie w sprawdzaniu poziomu płynów w beczkach, pojemnikach, zbiornikach lub innych cysternach. Jeżeli tylko ciecz w pojemniku lub innym zbiorniku ma znaczącą różnicę temperatury od otoczenia (np. ogrzewa ścianki pojemnika lub je chłodzi), to wtedy za pomocą kamery termowizyjnej jesteśmy w stanie zaobserwować na obrazie termalnym, jaki jest poziom cieczy. Na pierwszym zdjęciu widać beczkę, lecz nie wiadomo, jaki jest poziom znajdującej się w niej cieczy. Obraz termalny tej beczki ukazuje, że około 1/4 beczki wypełniona jest cieczą (ciemniejsze zabarwienie u dołu beczki).



■ Fot. 67 i 68: Zastosowanie kamery IR do sprawdzenia poziomu płynów z pojemnikach.

Na obrazie termicznym (fotografia po lewej stronie) widzimy, że w pojemniku znajduje się około 1/3 płynu (jasne zabarwienie u dołu pojemnika).

Czasami z różnych przyczyn nie jesteśmy w stanie zobrazować za pomocą kamery termowizyjnej poziomu cieczy. W powyższym przykładzie (fotografia po prawej stronie) prawdopodobnie ze względu na grube ścianki beczki i słabe ogrzewanie tych ścianek, nie widać poziomu płynu.

Kamera termowizyjna może służyć do dozoru substancji chemicznych w miejscu działań. Umożliwia obserwację samoczynnego nagrzewania się cieczy co mogłoby prowadzić w sytuacji niekontrolowanej do zapalenia się substancji lub wybuchu.

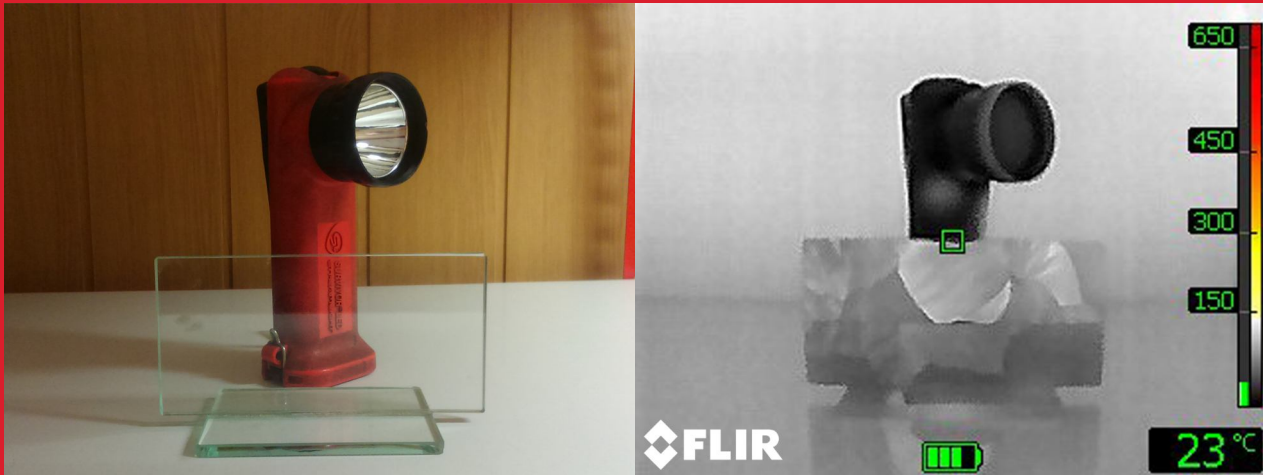
### 3.5. Inne zastosowanie kamer termowizyjnych

Opisane przykłady obrazują najważniejsze i najbardziej praktyczne możliwości wykorzystania kamer termowizyjnych. Jednak na tym nie kończą się możliwości ich wykorzystania w działaniach ratowniczych. Kamery termowizyjne mogą być również wykorzystane do:

- kontroli temperatury schładzanych urządzeń, maszyn lub obiektów,
- lokalizacji wycieku gazów,
- dokumentacji graficznej za pomocą obrazu termalnego,
- oceny temperatury ciała ludzi i zwierząt,
- poszukiwaniu cienkich filmów olejowych na akwenach,
- uwidacznianiu cieczy np. drażniących na skórze ludzi,
- działań rot asekuracyjnych podczas poszukiwania poszkodowanych lub zaginionych strażaków,
- mierzenia temperatury obiektów z odległości większych, niż za pomocą pirometrów.



## 4. Ograniczenia w zastosowaniu kamer termowizyjnych



Szkło oraz przezroczyste tworzywa sztuczne pozwalają ludzkiemu zmysłowi wzroku widzieć obiekt znajdujący się za nim, natomiast kamery termowizyjna, ze względu na brak możliwości przeniknięcia promieniowanie podczerwonego, nie zobrazuje obiektu za tymi materiałami.



Wszystkie powierzchnie połyskliwe, takie jak płytki ceramiczne, powierzchnie chromowane, powierzchnie srebrzyste, będą powodować odbicie promieniowania podczerwonego, przez co dojdzie do efektu lustra i w obrazie termalnym kamery zobaczymy nas samych.



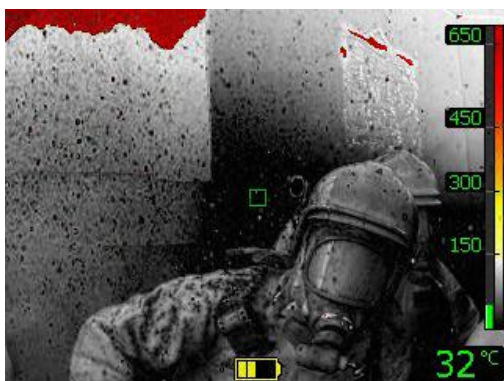
Samo lustro również odbija promieniowanie podczerwone i tak jak w przypadku kafelków, widzimy nas samych.



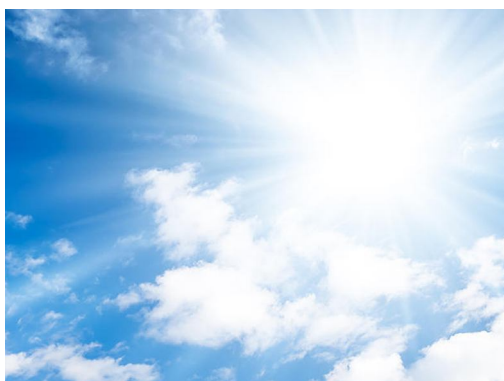
Urządzenia, które cały czas pracują pod napięciem prądu elektrycznego lub pracują mechanicznie, będą w obrazie termalnym rozgrzane; jednak nie będzie to świadczyć o tym, że coś się w nich w danej chwili dzieje. Trzeba czasami zmierzoną temperaturę porównać z temperaturą pracy danego urządzenia.



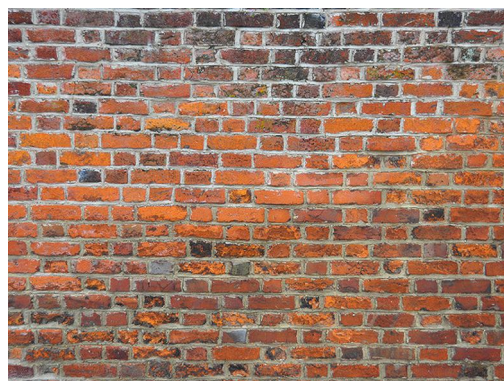
Woda podobnie jak szkło jest nieprzenikliwa dla promieniowania podczerwonego, więc jeżeli szukamy obiektów w obrębie lustra wody, to należy pamiętać, że na kamerze IR zlokalizujemy tylko przedmioty lub ludzi znajdujących się w jakiś sposób ponad powierzchnią wody. Przykład kubka zanurzonego w wodzie.



Jeżeli w gazie pożarowym znajduje się dużo cząstek stałych lub są to duże niespalone cząstki (sadza), może dojść do zakłóceń w czytelności wyświetlania obrazu termalnego, ze względu na to, że są to obiektu stałe nieprzenikliwe dla promieniowania podczerwonego. Podobna sytuacja będzie miała miejsce, jeżeli w przestrzeni, w której będziemy przeszukiwać będzie para wodna. Przez parę wodną tak, jak przez wodę nie zobaczymy wyrazistego obrazu tak, jak przez dym.



Źródła promieniowania ciepłego o bardzo wysokiej intensywności, takie jak słońce, lasery lub łuk spawalniczy powodują uszkodzenie detektora podczerwieni - **NIE WOLNO KIEROWAĆ KAMERY W STRONĘ TYCH ŹRÓDEŁ!**



Kamera termowizyjna to nie urządzenie do prześwietlania obiektów - za pomocą kamery termowizyjnej nie zobaczymy co znajduje się za ścianą budynku lub pod obudową urządzenia.

Jeśli jednak w ścianie będzie podwyższona temperatura, w wyniku ukrytego pożaru, to wówczas kamera zobrazuje nam to miejsce na termogramie.



## 5. Podsumowanie

Kamery termowizyjne, szczególnie te najnowszej generacji, znacząco wpływają na standard pracy strażaków. Sprawdzają się doskonale podczas działań gaśniczych. Koszt związany z ich zakupem szybko przekłada się na korzyści związane z ich użyciem. Skracają czas trwania akcji gaśniczej, zmniejszają poniesione straty, ilość zużytych środków gaśniczych, a wreszcie zwiększają bezpieczeństwo samych strażaków.

Odpowiednio przeszkoleni strażacy mogą znacznie szybciej podjąć właściwe decyzje, gdyż kamery dają wiarygodne źródło informacji do prowadzenia właściwych działań poszukiwawczych i ratowniczych. W przypadku działań gaśniczych rozwój technologii związanych z termowizją jest znaczącym i pozytywnym krokiem wpływającym na ich jakość i skuteczność.

# NOTATKI









Autoryzowany dystrybutor w Polsce:



---

+48 530 693 446  
+48 32 645 52 22 wew 33  
kamery@flirdlastrazy.pl  
www.FLIRdlaSTRAZY.pl  
[www.facebook.com/FLIRdlaSTRAZY](https://www.facebook.com/FLIRdlaSTRAZY)