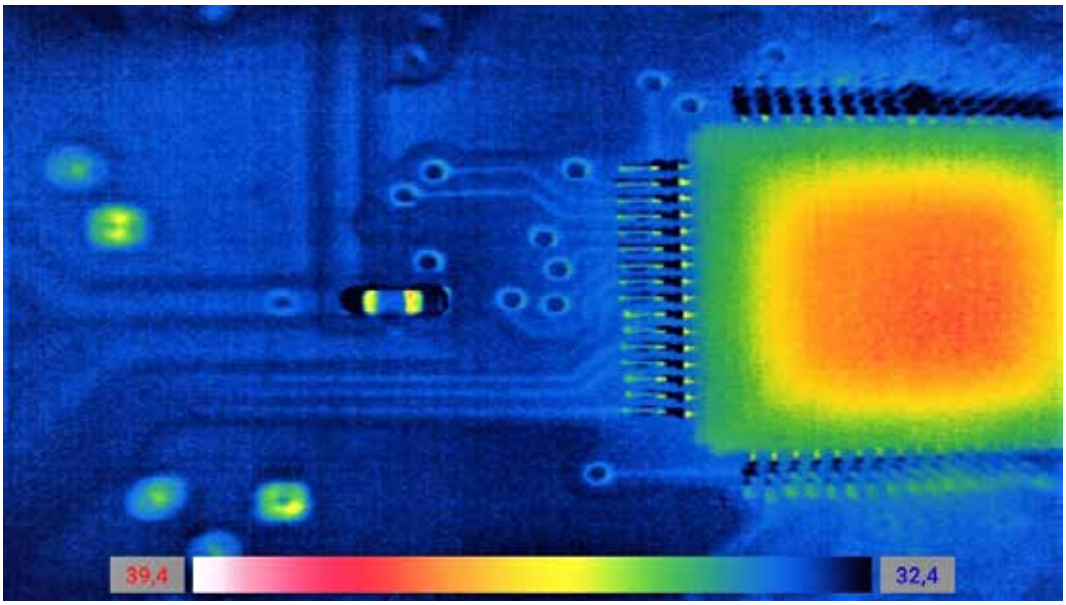

Źródło: ADIRCAMS

Kamery termowizyjne – bez rewolucji

W 2016 r. opublikowaliśmy raport na temat kamer termowizyjnych na polskim rynku. Co się zmieniło przez ostatnie 3 lata? Czy nastąpiła jakaś rewolucja w technologiach związanych z tymi urządzeniami?

Tomasz Kurzacz

Kamery termowizyjne stały się sprzętem dość powszechnym w różnych zastosowaniach. Dzięki spadającym cenom mogą sobie na nie pozwolić firmy i osoby działające w różnych branżach. Mechanik samochodowy może łatwo zlokalizować uszkodzenie maty grzejnej w fotelu samochodowym, a hydraulik – miejsce wycieku ciepłej wody.

Najtańsze kamery, które są dostępne w Polsce można kupić już za ok. 800-1000 zł. Nie jest to najniższa kwota, jaką trzeba wydać na tego typu urządzenie – np. w sklepie internetowym Amazon najtańsza kamera kosztuje 114 euro. Oczywiście fachowiec, gdy spojrzy na parametry takiego urządzenia, tylko wzruszy ramionami, bowiem jedynie krótko stwierdzi, że „to zabawka, a nie poważny sprzęt". Niemniej nie każdemu potrzebne jest urządzeni kosztujące kilkanaście tysięcy euro. Do wstępnej inspekcji mogą wystarczyć najprostsze urządzenia, które mogą oddać nieocenione usługi przy badaniu wycieków, instalacji elektrycznych, izolacji (w tym ścian budynków, urządzeń klimatyzacyjnych itp.).

Kamery termowizyjne mają tę olbrzymią zaletę, że są dość proste w obsłudze, efekt – w postaci wstępnej odeny sytuacji – jest natychmiastowy. Dzięki porównaniu obrazu termograficznego badanego elementu z obrazem innych, sąsiadujących, nie ma wątpliwości w interpretacji wyniku ani w stwierdzeniu, który nie pracuje od prawidłowo. Do zbadania skrzynki bezpiecznikowej wystarczy najprostsza kamera, bowiem od razu będzie widać, który bezpiecznik jest przegrzany. Oczywiście jego lokalizacja wśród dziesiątków podobnych nie będzie natychmiastowa, jeśli taka kamera nie będzie mogła wykonać jednocześnie zwykłego zdjęcia, niemniej – nie jest to duże utrudnienie.

Kłopoty pojawią się wtedy, kiedy różnice temperatur będą niewielkie lub kiedy badać będziemy miejsca stosunkowo daleko położone (np. izolatory na słupach energetycznych), albo kiedy będzie potrzeba ustalenia dokładnej temperatury badanego

obiektu. W takim przypadku z pewnością bardziej przydatne okażą się urządzenia bardziej zaawansowane technologicznie.

Zapytaliśmy ekspertów zajmujących się dystrybucją takich kamer, czy nastąpiła jakaś rewolucja w konstrukcji tych urządzeń. Wszyscy zgodnie stwierdzili, że nie – następuje systematycznie unowocześnianie tych urządzeń, głównie pod kątem ich rozdzielczości i czułości, ale nie nastąpił w ciągu ostatnich 3 lat żaden przełom. Oczywiście w ślad za rozwojem technologicznym spadają ceny.

Pewną tendencją, jaką można zaobserwować, jest coraz większe „rozpychanie się" urządzeń chińskich na rynku. Producenci z Chin przebijają konkurencję cenami, nabierając jednocześnie doświadczenia w produkcji. Sceptykom urządzeń z Dalekiego Wschodu można przypomnieć, że kilkadziesiąt lat temu urządzenia (a zwłaszcza samochody) japońskie uchodziły za wzór złej jakości. Podobnym brakiem zaufania 30 lat później cieszyły się produkty koreańskie. Warto też wspomnieć o tym, że większość urządzeń elektronicznych pochodzi z Dalekiego Wschodu, w tym z Chin i Tajwanu. Najtańsza chińska kamera, a ściślej – przystawka do telefonu komórkowego, kosztuje zaledwie ok. 100 USD, a więc ok. 400 zł. Może więc się okazać, że już za kilka lat obok uznanych firm z tej branży jak Flir i Fluke pojawią się inne marki. Już dziś przystawki do telefonów oferuje chińska firma Infiray Technologies, uważana za jednego z głównych graczy.

Trendy w rozwoju kamer

Lżejsze, mniejsze, dokładniejsze i tańsza – tak można w skrócie podsumować trendy w rozwoju kamer.

– Obserwując rynek kamer termowizyjnych możemy stwierdzić, że producenci dążą do stworzenia kamer bardziej ergonomicznych, tzn. lżejszych, mniejszych, a jednocześnie mających lepsze parametry pomiarowe (wyższa rozdzielczość detektora, większy zakres pomiarowy temperatury, lepsza czułość termiczna) – mówi Maciej Waliłko, Specjalista ds. kamer termowizyjnych, EC Test Systems.

Miłosz Kałuża z Europo Group dodaje: *– Wraz z rozwojem technologicznym kamer termowizyjne mają coraz szersze zastosowanie dzięki miniaturyzacji detektorów podczerwieni kamery możemy znaleźć już w miernikach cęgowych, multimetrach, miernikach wilgotności czy smartfonach.*

Powyższe stwierdzenia potwierdza Sławomir Mytyk właściciel firmy ADIRCAMS: *– Uważam, że nastąpiła koncentracja uwagi na rozwoju kamer średniej klasy, poprawianiu jakości obrazu bez zwiększania liczby mikrodetektorów w matrycach, przez dodawanie funkcji typu Super Resolution, UltraMax, MSX lub ustawianie ostrości z wykorzystaniem techniki laserowej. W tym zakresie nastąpiła pewnego rodzaju stagnacja. Nie widać nowych, rewolucyjnych pomysłów, a różni producenci powielają pomysły konkurencji. Jednocześnie nastąpił zauważalny spadek cen kamer termowizyjnych.*

Źródło: EuroPro Group

Kamery z największymi matrycami są bardzo drogie, niedostępne dla przeciętnego użytkownika. Koszt zakupu to nawet kilkadziesiąt tysięcy EUR netto i więcej, często niemający uzasadnienia ekonomicznego.

– Drugi trend, w związku z pojawieniem się na rynku małogabarytowych detektorów podczerwieni, to „dwa w jednym", czyli wbudowywanie mini kamer w praktycznie we wszystko co się da, tzn. w multimetry, higrometry, cęgi do pomiarów obciążeń prądowych kabli, w telefony komórkowe, itp. – dodaje ekspert. *– Osobiście nie jestem zwolennikiem tego typu rozwiązań, cechujących się słabą jakością obrazu. Z tego co mi wiadomo, niektóre z nich nie znalazły nadmiernego uznania w oczach potencjalnych użytkowników.*

– Z mojego punktu widzenia trzy słowa-klucze w ostatnich latach na tym rynku, to: bezprzewodowość, wielofunkcyjność i coraz lepsza jakość obrazu termowizyjnego – stwierdza Krzysztof Stoma, Field Marketing Manager, Fluke Europe B.V. *– Kamery z roku na rok osiągają coraz lepsze parametry techniczne, a jednocześnie zwiększa się paleta dostępnych rozwiązań jeśli chodzi o przystępność cenową. Oczywiście rozpiętość cenowa jest bardzo duża, w zależności od zaawansowania kamery, jej marki i niezawodności, ale coraz bliższe prawdy staje się stwierdzenie, że (niemal) każdy potrzebujący znajdzie coś dla siebie. Co jeszcze kilka lat temu było nieoczywiste, bo zakup kamery termowizyjnej musiał wiązać się ze sporym wydatkiem. Teraz producenci wprowadzają na rynek coraz więcej rozwiązań, które można zakwalifikować do segmentu „ekonomicznego". Jednocześnie kamery dla najbardziej wymagających użytkowników, z największymi matrycami, nadal nie są rozwiązaniami tanimi, jednak ich ceny nie rosną, a technologie w nich wykorzystywane są coraz lepsze. Przykładowo w serii kamer eksperckich Fluke Tix500 oferowany jest wyjątkowo szczegółowy obraz obiektu dzięki trybowi SuperResolution i rozdzielczości do 3,1 miliona pikseli, a dzięki obrotowemu wyświetlaczowi o 240-stopniowym zakresie ruchu możliwa jest nawigacja nad, pod i wokół trudno dostępnych*

Źródło: EuroPro Group

obiektów. Do tego w kamerę wbudowana jest zaawansowana analityka, w tym np. możliwość strumieniowego przesyłania danych IR oraz analizowania trendów. Wyraźnie przyszłościowym kierunkiem na rynku kamer jest również wielofunkcyjność. A więc urządzenia typu 2 w 1, np. kamery połączone z multimetrami, cęgami do pomiarów obciążeń prądowych, kamery z detektorami gazów – jako przykład mogę podać urządzenie Fluke Ti450 SF6, które łączy właśnie wysokiej jakości kamerę termowizyjną z wykrywaczem wycieków gazu SF6, wskazując na ekranie dokładną lokalizację wycieków SF6, bez konieczności wyłączania urządzeń. Z kolei coraz większa rozdzielczość obrazu termowizyjnego powoduje, że pojawiają się zupełnie nowe pola do zastosowań dla kamer termowizyjnych w działach rozwoju, czy ciągłego śledzenia procesów przemysłowych. I wszystkie te czynniki razem wzięte, powodują, że pomimo rosnącego segmentu kamer „economy" (czyli spadającej średniej cenie kamer termowizyjnych) wartość rynku jako całości bardzo dynamicznie rośnie. Przykładowo firma analityczna Markets and Markets szacuje, że światowy rynek obrazowania termowizyjnego będzie wart w 2021 roku ok. 10,3 mld dol., podczas gdy w 2016 r. było to 7,7 mld dol. czyli wzrost wynosi ponad 30 proc. Ten dynamiczny wzrost wynika z tego, że wraz z rozwojem technologicznym kamer, przy jednocześnie większej ich przystępności cenowej, pojawia się zwiększony popyt, zarówno w przemyśle, jak i w budownictwie, czy w zupełnie nowych obszarach, jak np. w transporcie / motoryzacji (m.in. większe wykorzystanie kamer termowizyjnych w przemyśle samochodowym w celu zmniejszenia związanego z jazdą ryzyka, szczególnie w nocy).

Miłosz Kałuża uzupełnia – *FLIR wprowadził do swoich urządzeń laser który odpowiada za 3 funkcje w kamerach czyli po pierwsze ustawia ostrość kamery do mierzonego elementu co skraca nam czas inspekcji, dodatkowo mierzona jest odległość od mierzonego elementu, możemy też podświetlić wskaźnikiem laserowym ten punkt. Innowacyjne jest też wprowadzenie kamer termowizyjnych z inteligentnymi wymiennymi obiektywami które nie wymagają specjalnej kalibracji w fabryce można je dowolnie wymieć w każdym okresie eksploatacji kamery. Rozwijany jest tez software FLIR inSite który pozwala osobą wykorzystującym kamer w działach UR na periodyczne badania stanu urządzeń poprzez zaplanowaną wcześniej trasę, a wszystkie termogramy z kamery przy połączeniu ze smartphonem przesyłane są do chmury i dostępne z każdego miejsca na ziemi.*

Źródło: WoBit

Popularność

Popularność zyskują nasadki – przystawki do telefonów komórkowych (smartfonów) i tabletów. Są one coraz tańsze i znajdują coraz więcej zastosowań. Jak twierdzi Sławomir Mytyk: – *Widać rosnące zainteresowanie tego typu sprzętem wraz ze wzrostem możliwości technicznych, np. wielkości matryc, częstotliwości odświeżania obrazu oraz praktycznym rozpoznaniem i wykorzystaniem dotychczas istniejących funkcji. Doskonałym przykładem są obrazy „makro" uzyskiwane przy użyciu nasadek TE-Q1 Basic oraz Pro ze standardowym obiektywem 6.8 mm. Jest to szczególnie przydatne w lokalizacji uszkodzeń miniaturowej elektroniki zabudowanej np. w smartfonach.*

Maciej Waliłko dodaje: – *Dostrzegamy coraz większą popularność w obszarach związanych z automatyzacją procesów przemysłowych (kamery stacjonarne) oraz w obszarze detekcji gazów. Jeśli chodzi o kamery do wykrywania gazów, to technologia ta staje się co raz bardziej dostępna przez powstawanie tańszych kamer z detektorem niechłodzonym. W ostatnim czasie firma FLIR wypuściła na rynek pierwszą kamerę w tej technologii: FLIR GF77. Jej cena jest nieporównywalnie mniejsza do tradycyjnych kamer z detektorem chłodzonym.*

Miłosz Kałuża zauważa, że kamery zaczynają znajdować zastosowanie w inspekcjach z powietrza: – *Z naszej perspektywy dużym zainteresowaniem cieszą się kamery do dronów które pozwalają na inspekcję z powietrza np. dużych farm fotowoltaicznych czy linii WN. Metoda tańsza od oblotów helikopterem i dostępna dla każdego przy mniejszym nakładzie kosztów.*

– *Na rynku co raz większą popularność zyskują firmy oferujące kamery przygotowane pod konkretne aplikacje, takie jak wykrywanie pożarów, badania materiałów za pomocą aktywnej termografii. Przykładowe firmy to Workswell czy Automation Technology, których produkty na terenie Polski dystrybuuje firma EC Test Systems* – dodaje Maciej Waliłko.

Rynek

Najbardziej znani producenci i dostawcy kamer termowizyjnych to FLIR, FLUKE, Sonel, Testo. Stosunkowo dużą ofertę ma firma DALI. Jeśli chodzi o przystawki do smartfonów, to jak mówi Sławomir Mytyk: – *Obecnie na świecie jest pięciu producentów miniaturowych nasadek/przystawek termowizyjnych do telefonów komórkowych z systemem Android, iOS, a nawet Windows OS oraz analogicznie tabletów. Są to, w kolejności alfabetycznej – FLIR Systems (USA), i3System (Korea Płd.), Infiray Technologies (Chiny), OPGAL Optronic Industries (Izrael) oraz Seek Thermal (USA).*

Ceny kształtują się różnie – od kilkuset zł do kilkunastu, a nawet kilkudziesięciu tys. zł. Np. kamera FLUKE FLK-RSE600 kosztuje ok. 100 tys. zł.

W tabeli zestawiono ponad 50 modeli kamer termowizyjnych dostępnych w Polsce. Oferta jest nieco większa – kamery termowizyjne oferują jeszcze inne firmy takie jak Sonel czy Testo, a dużym dostawcą takich kamer jest firma Conrad Electronic. ■

Wybrane nasadki termowizyjne dostępne w Polsce

Informacje z firmy	ADIRCAMS							
Strona internetowa	www.ircams.pl					www.therm-pp.pl		www.ircams.pl
Producent	FLIR Systems (USA)	i3system (Korea Płd.)				OPGAL Optronic Industries (Izrael)		InfiRay (Chiny)
Model	FLIR One 2 gen	TE-M1	TE-Q1 Pro / Basic	TE-Q1 Plus	TE-V1	Therm-App	Therm-App TH	Xtherm T3S
System operacyjny (on-line)	Android 4.4.2 i wyżej	Android 4.4x i wyżej + mikro USB lub USB C OTG; Windows OS				Android 4.1 i wyżej + mikro USB OTG		Android 6.0 i wyżej + USB C OTG
Wielkość matrycy detektorów / rzeczywista liczba pikseli w obrazie	160 x 120 / 19 200	240 x 180 / 43 200	384 x 288 / 110 592		640 x 480 / 307 200	384 x 288 / 110 592		384 x 288 / 110 592
Odświeżanie obrazu [Hz]	8,7	30 Hz (End User)	< 9			8,75 (Basic) / 25 Hz (HZ)		25 Hz (End User)
Czułość termiczna [mK]	< 100	< 80	< 80	< 50	< 50	< 70	< 70	< 60
Zakres pomiaru temperatury	– 5°C -120°C	–10°C - +150°C / –20°C - +350°C opcja	–10°C - +250°C / –10°C - +150°C Basic	–10°C - +120°C	–10°C - +120°C	5°C - +90°C	0°C - +200°C	–20°C - +120°C
Zakres temperatury pracy	0°C - +35°C	–10°C - +50°C				–10°C - +50°C		–10°C - +50°C
Dokładność pomiaru	±3°C lub ±5%	+/- 3°C or 3% (25°C)			+/- 2°C or 2% (25°C)	+/- 3°C (25°C)	+/- 2°C or 2% (25°C)	+/- 3%C or 5%
Obiektyw podstawowy, wymienny / niewymienny – pole widzenia [pion x poziom, stopnie]	niewymienny 46˚ ± 1˚ x 35˚ ± 1˚	wymienny 34,8° x 26,1°, f/1,3	wymienny 56,3° x 41,8°, f/1,3	wymienny 28,8° x 21,7°, f/1,0	wymienny 32,2° x 24,4°, f/1,0	wymienny 19,4° x 14,7°, f/1,1	wymienny 55° x 41°, f/1,4	wymienny 13 mm
Rozdzielczość przestrzenna IFOV (mrad) dla obiektywu podstawowego	11	b.d.	2,56	1,3	0,88	1	2,5	b.d.
Ustawienie ostrości	brak – stała ogniskowa	ręczne				ręczne		ręczne
Optyka opcjonalna, wymienna – pole widzenia [pion x poziom, stopnie]	nie	17,9° x 13,4°, f/1,0	28,8° x 21,7°, f/1,0	56,3° x 41,8°, f/1,3	73,2° x 54,5°, f/1,2 17,3° x 13,1°, f/1,2 12,3° x 9,3°, f/1,1	10,5° x 7,9°, f/1,1 28,8° x 21,7°, f/1,0 55° x 41°, f/1,4	28,8° x 21,7°, f/1,0 19,4° x 14,7°, f/1,1 10,5° x 7,9°, f/1,1	nie
zoom cyfrowy	nie	tak – skokowy, z aplikacji				tak – ciągły z ekranu dotykowego		nie
wyświetlacz: ekran smartfona / tabletu	tak	tak				tak		tak
ekran telewizyjny	b. d.	tak – przy użyciu mikro PC z systemem Android (HDMI)				tak – przy użyciu mikro PC z systemem Android (HDMI)		b. d.
ekran urządzeń z Windows OS	nie	tak				nie		nie
tryb zobrazowania: obraz termograficzny	tak	tak				tak		nie
obraz widzialny	tak	tak				nie		nie
obraz w obrazie	nie	tak				nie		nie
galeria obrazów	tak	tak				tak		tak
inne	MSX	widzialny // podczerwień (Twin view), widzialny na podczerwonym (Floating view), 50:50 View, obrazy typu MAKRO				night vision		obrazy typu MAKRO
dostrajanie termiczne	automatyczne lub ręczne	automatyczne lub ręczne				automatyczne	automatyczne lub ręczne	automatyczne
aparat fotograficzny	wbudowany 640 x 480 pikseli	wewnętrzny aparat foto smartfona / tabletu				wewnętrzny aparat foto smartfona / tabletu		wewnętrzny aparat foto smartfona / tabletu
Analiza pomiarowa pod Android:								
punkt pomiarowy	1 – centralny	1 do 5				1 – centralny		1 – centralny
obszar – prostokąt / kwadrat, elipsa / koło	nie	tak – temperatura maksymalna, minimalna, średnia				nie		nie
profil liniowy	nie	tak				nie		nie
marker – gorący / zimny punkt	nie	tak				nie		tak
alarm	nie	poniżej / pomiędzy / powyżej				nie		nie
Analiza pomiarowa wideo radiometrycznego pod Wndows OS (nie jest tożsama z użyciem programów do analizy termicznej i raportowania)								
punkt pomiarowy	--------	wielokrotność				--------		--------
obszar – prostokąt / kwadrat	--------	wielokrotność				--------		--------
profil liniowy	--------	wielokrotność				--------		--------
izoterma	--------	tak				--------		--------
korekcja emisyjności	tak	tak				tak		tak
korekcja temperatury odbitego tła	tak	nie				tak		tak
Zapis obrazów pod Andoid / format plików								
termogram	.jpg, radiometryczny	.csv, radiometryczny .jpg, nieradiometryczny				.jpg, nieradiometryczny	.json, radiometryczny	.jpg, nieradiometryczny
foto	.jpg	.jpg				.jpg	.jpg	.png
wideo	.mpg4, nieradiometryczne	.3pg, nieradiometryczne				H264, nieradiometryczne		.mp4
inne obrazy	poklatkowe – .jpg radiometryczne	poklatkowe				nie		nie
Zapis obrazów pod Windows OS / format plików								
termogram	--------	.teq, radiometryczny; .png, nieradiometryczny				--------		--------
foto	--------	nie				--------		--------
wideo	--------	.avi, nieradiometryczne				--------		--------
pamięć	smartfon / tablet	smartfon / tablet / mikro PC / urządzenia z Windows OS				smartfon / tablet / mikro PC		smartfon / tablet
zasilanie – pobór mocy [W]	b.d.	< 0.5				< 0.5		< 0.5
akumulator [5V]	własny – 350 mAh	smartfon / tablet; zewnętrzny przez rozdzielacz mikro USB (HUB)				smartfon / tablet; zewnętrzny przez rozdzielacz mikro USB (HUB)		smartfon / tablet
zasilacz sieciowy [5V]	mikro USB	przez rozdzielacz mikro USB (HUB): przez mikro PC				przez rozdzielacz mikro USB (HUB): przez mikro PC		przez rozdzielacz mikro USB (HUB
waga [g]	28	38	38	42	108	140	112	40
montaż do statywu foto	nie	uchwyt z gwintem 1/4"–20 (adapter)				tak – gwint 1/4"–20 w obudowie		uchwyt z gwintem 1/4"–20 (adapter)
gwarancja	18 miesięcy	12 miesięcy				24 miesiące		12 miesięcy

Wybrane kamery termowizyjne dostępne w Polsce

Producent	CHAUVIN ARNOUX	DALI	DALI	FLIR Systems	FLIR Systems	FLIR Systems
Model	CA-1950	T4	T8	E53	E75	E85
Informacje z firmy	TME	Tomtronix	Tomtronix	Euro Pro Group	Euro Pro Group	Euro Pro Group
Strona www producenta lub dystrybutora	www.tme.eu	www.tomtronix.pl	www.tomtronix.pl	www.europro.com.pl	www.europro.com.pl	www.europro.com.pl
Rozdzielczość detektora [piksele]	80x80	160x120	384x288	240x180	320x240	384×288
Czułość termiczna [mK]	< 80 mK	≤ 0,06° przy 30°C	≤ 0,04° przy 30°C	30	30	30
Zakres pomiaru temperatury [st. C]	-20 do +250	-20 do 350 (opcja 650)	-20 do 650 (opcja 1200 lub 2000)	-20 do +650	-20 do +650 (1000 opcja)	-20 do +1200
Odświeżanie obrazu [Hz]	9	50/60	50/60	30	30	30
Obiektyw – pole widzenia [pion x poziom, stopnie]	20x30	25x19	25x19	24x18	42×32 24×18 14×106x4,5	42×32 24×18 14×106x4,5
Ustawienie ostrości	stała ogniskowa	ręcznie	ręcznie	ręcznie	laserowo/ręcznie	laserowo/ręcznie
Celownik laserowy	nie	tak	tak	tak	tak	tak
Rozdzielczość aparatu cyfrowego [Mpiks.]	–	3,2	3,2	5,1	5,1	5,1
Dyktafon [długość nagrania w sek. na obraz]	b.d.	60	60	60	60	60
Temperatura min./maks. dla danego obszaru	–	tak	tak	tak	tak	tak
PIP	–	tak	tak	tak	tak	tak
Karta pamięci	tak	tak, 8 GB	tak, 8 GB	tak, 8 GB	tak, 8 GB	tak, 8 GB
Ekran dotykowy	nie	tak	tak	tak	tak	tak
Uwagi/inne cechy		rejestracja wideo H.264	rejestracja wideo H.264	MSX nakładanie konturów na obraz widzialny, Wi-Fi, Bluetooth	1)	1)

Producent	FLIR Systems	FLIR Systems	FLIR Systems	FLIR Systems	FLIR Systems	FLIR Systems
Model	FLIR A6700	FLIR C2	FLIR C3	FLIR E4	FLIR E53	FLIR E5xt
Informacje z firmy	EC Test Systems	EC Test Systems	EC Test Systems	EC Test Systems	EC Test Systems	EC Test Systems
Strona www producenta lub dystrybutora	www.ects.pl	www.ects.pl	www.ects.pl	www.ects.pl	www.ects.pl	www.ects.pl
Rozdzielczość detektora [piksele]	640x512	80x60	80x60	80x60	240x180	160x120
Czułość termiczna [mK]	25	100	100	150	40	100
Zakres pomiaru temperatury [st. C]	-20 do 300	-20 do 150	-20 do 150	-20 do 250	-20 do 650	-20 do 400
Odświeżanie obrazu [Hz]	60	9	9	9	30	9
Obiektyw – pole widzenia [pion x poziom, stopnie]	b.d.	41×31	41×31	45×34	24×18	45×34
Ustawienie ostrości	ręcznie	stała ogniskowa	stała ogniskowa	stała ogniskowa	ręcznie	stała ogniskowa
Celownik laserowy	nie	nie	nie	nie	tak	nie
Rozdzielczość aparatu cyfrowego [Mpiks.]	–	0,31	0,31	0,31	5	0,31
Dyktafon [długość nagrania w sek. na obraz]	–	–	–	–	60	–
Temperatura min./maks. dla danego obszaru	tak	tak	tak	tak	tak	tak
PIP	tak	tak	tak	tak	tak	tak
Karta pamięci	nie	nie	nie	nie	tak, 8 GB	nie
Ekran dotykowy	nie	tak	tak	nie	tak	nie
Uwagi/inne cechy		MSX, kamera ręczna	MSX, Wi-Fi, kamera ręczna	MSX, drop test 2 m, kamera ręczna	MSX, drop test 2 m, Wi-Fi, współpraca z miernikami, kamera ręczna	MSX, drop test 2 m, kamera ręczna

	FLIR Systems	FLIR Systems	FLIR Systems	FLIR Systems	FLIR Systems	FLIR Systems	FLIR Systems
	E95	T840	T530	FLIR 1020	FLIR A325sc	FLIR A65	FLIR A655sc
	Euro Pro Group	Euro Pro Group	Euro Pro Group	EC Test Systems	EC Test Systems	EC Test Systems	EC Test Systems
	www.europro.com.pl	www.europro.com.pl	www.europro.com.pl	www.ects.pl	www.ects.pl	www.ects.pl	www.ects.pl
	464x348	464x348	320x240	1024x768	320×240	640×512	640×480
	30	30	30	20	50	50	30
	-20 do +1500	-20 do +1500	-20 do +650	-40 do 2000	-20 do 350	-40 do 550	-40 do 650
	30	30	30	30	60	30	50
	42×32 24×18 14×106x4,5	42×32 24×18 14×106x4,5	42×32 24×18 14×106x4,5	28×21	25×18,8	25×20	25×19
	laserowo/ręcznie	laserowo/ręcznie	laserowo/ręcznie	ręcznie/automat.	ręcznie/automat.	stała ogniskowa	automatycznie
	tak	tak	tak	tak	nie	nie	nie
	5,1	5,1	5,1	5	–	–	–
	60	60	60	60	–	–	–
	tak	tak	tak	tak	tak	tak	tak
	tak	tak	tak	tak	tak	tak	tak
	tak, 8 GB	tak, 8 GB	tak, 8 GB	tak, 8 GB	nie	nie	nie
	tak	tak	tak	tak	nie	nie	nie
	1)	2)	2)	MSX, UltraMax, Wi-Fi, współpraca z miernikami, kamera ręczna	kamera stacjonarna	kamera stacjonarna	kamera stacjonarna

	FLIR Systems	FLIR Systems	FLIR Systems	FLIR Systems	FLIR Systems	FLIR Systems	FLIR Systems
	FLIR E6xt	FLIR E75	FLIR E85	FLIR E8xt	FLIR E95	FLIR G620	FLIR GF304
	EC Test Systems	EC Test Systems	EC Test Systems	EC Test Systems	EC Test Systems	EC Test Systems	EC Test Systems
	www.ects.pl	www.ects.pl	www.ects.pl	www.ects.pl	www.ects.pl	www.ects.pl	www.ects.pl
	240x180	320x240	384×288	320x240	464×348	320×240	320×240
	60	40	40	50	40	15	15
	-20 do 550	-20 do 650	-20 do 1200	-20 do 250	-20 do 1500	b.d.	-20 do 250
	9	30	30	9	30	60	60
	45×34	24×18	24×18	45×34	24×18	24×18	24×18
	stała ogniskowa	ręcznie/automat.	ręcznie/automat.	stała ogniskowa	ręcznie/automat.	ręcznie/automat.	ręcznie/automat.
	nie	tak	tak	nie	tak	tak	tak
	0,31	5	5	0,31	5	3,2	3,2
	–	60	60	–	60	–	–
	tak	tak	tak	tak	tak	tak	tak
	tak	tak	tak	tak	tak	tak	tak
	nie	tak, 8 GB	tak, 8 GB	nie	tak, 8 GB	tak	tak
	nie	tak	tak	nie	tak	nie	nie
	MSX, drop test 2 m, kamera ręczna	MSX, drop test 2 m, Wi-Fi, współpraca z miernikami, kamera ręczna	MSX, drop test 2 m, Wi-Fi, współpraca z miernikami, kamera ręczna	MSX, drop test 2 m, kamera ręczna	MSX, drop test 2 m, Wi-Fi, współpraca z miernikami, kamera ręczna	3)	4)

Wybrane kamery termowizyjne dostępne w Polsce

Producent	FLIR Systems	FLIR Systems	FLIR Systems	FLIR Systems	FLIR Systems	FLIR Systems
Model	FLIR GF306	FLIR GF309	FLIR GF320	FLIR GF343	FLIR GF346	FLIR GF620 (nowość)
Informacje z firmy	EC Test Systems	EC Test Systems	EC Test Systems	EC Test Systems	EC Test Systems	EC Test Systems
Strona www producenta lub dystrybutora	www.ects.pl	www.ects.pl	www.ects.pl	www.ects.pl	www.ects.pl	www.ects.pl
Rozdzielczość detektora [piksele]	320×240	320×240	320×240	320×240	320×240	640×480
Czułość termiczna [mK]	15	15	15	15	15	20
Zakres pomiaru temperatury [st. C]	-40 do 500	-20 do 1500	-20 do 350	b.d.	b.d.	-20 do 350
Odświeżanie obrazu [Hz]	60	60	60	60	60	60
Obiektyw – pole widzenia [pion x poziom, stopnie]	24×18	24×18	24×18	24×18	24×18	24×18
Ustawienie ostrości	ręcznie/automat.	ręcznie/automat.	ręcznie/automat.	stała ogniskowa	ręcznie/automat.	ręcznie
Celownik laserowy	tak	tak	tak	tak	tak	tak
Rozdzielczość aparatu cyfrowego [Mpiks.]	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2
Dyktafon [długość nagrania w sek. na obraz]	–	–	–	–	–	b.d.
Temperatura min./maks. dla danego obszaru	tak	tak	tak	tak	tak	tak
PIP	tak	tak	tak	tak	tak	tak
Karta pamięci	tak	tak	tak	tak	tak	tak
Ekran dotykowy	nie	nie	nie	nie	nie	nie
Uwagi/inne cechy	5)	6)	7)	kamera dod wykrywania CO_2 z detektorem chłodzonym		8)

Producent	FLIR Systems	FLUKE	FLUKE	FLUKE	FLUKE	FLUKE
Model	FLIR X6900	FLK-TI400-PRO/9HZ	Ti300	Ti450	Ti480PRO	TiS75
Informacje z firmy	EC Test Systems	TME	FLUKE	FLUKE	Fluke	FLUKE
Strona www producenta lub dystrybutora	www.ects.pl	www.tme.eu	www.fluke.pl	www.fluke.pl	www.fluke.pl	www.fluke.pl
Rozdzielczość detektora [piksele]	640x512	320x240	240×180	320×240 – lub 640×480	640×480	320×240
Czułość termiczna [mK]	20	40	50	30	0,05°C przy temp. obiektu 30°C	80
Zakres pomiaru temperatury [st. C]	-20 do 300	-20 do +1200	-20 do +650	-20 do +1200	-10 do +1000	-20 do +550
Odświeżanie obrazu [Hz]	1004	9	9 lub 60	60 lub 9	b.d.	9 lub 30
Obiektyw – pole widzenia [pion x poziom, stopnie]	b.d.	24x17	24×17 (opcja: 12×9, 46×34)	24×17 (opcja: 12×9, 6,0×4,5, 46×34)	34x24 (opcja:12x9, 6x4,5, 46x34)	35,7×26,8
Ustawienie ostrości	ręcznie	ręcznie/automat.	ręcznie/automatycznie	ręcznie/automatycznie	b.d.	ręcznie
Celownik laserowy	nie	tak	tak	tak	tak	tak
Rozdzielczość aparatu cyfrowego [Mpiks.]	–	5	5	5	5	5
Dyktafon [długość nagrania w sek. na obraz]	–	60	60	60	60	b.d.
Temperatura min./maks. dla danego obszaru	tak	tak	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.
PIP	tak	tak	tak	tak	tak	tak
Karta pamięci	nie	tak	tak	tak	tak, 4 GB	tak, 4 GB
Ekran dotykowy	nie	tak	tak	tak	tak	b.d.
Uwagi/inne cechy		wymienne obiektywy drop, Wi-Fi	12)	13)	14)	15)

	FLIR Systems	FLIR Systems	FLIR Systems	FLIR Systems	FLIR Systems	FLIR Systems	FLIR Systems
	FLIR GF77	FLIR GFx320	FLIR T530	FLIR T540	FLIR T640	FLIR T660	FLIR T840
	EC Test Systems	EC Test Systems	EC Test Systems	EC Test Systems	EC Test Systems	EC Test Systems	EC Test Systems
	www.ects.pl	www.ects.pl	www.ects.pl	www.ects.pl	www.ects.pl	www.ects.pl	www.ects.pl
	320×240	320×240	320×240	464×348	640x480	640x480	464×348
	25	15	40	40	30	20	40
	-20 do 70	-20 do 350	-20 do 650	-20 do 1200	-40 do 2000	-40 do 2000	-20 do 1500
	30	60	30	30	30	30	30
	25x19	24×18	24×18	24×18	25×19	25×19	24×18
	ręcznie/automat.	stała ogniskowa	ręcznie/automat.	ręcznie/automat.	ręcznie/automat.	ręcznie/automat.	ręcznie/automat.
	tak	tak	tak	tak	tak	tak	tak
	5	3,2	5	5	5	5	5
	b.d.	–	60	60	60	60	60
	tak	tak	tak	tak	tak	tak	tak
	tak	tak	tak	tak	tak	tak	tak
	tak, 8 GB	tak	tak, 8 GB	tak, 8 GB	tak, 8 GB	tak, 8 GB	tak, 8 GB
	tak	nie	tak	tak	tak	tak	b.d.
)	10)	11)	MSX, UltraMax, Wi-Fi, współpraca z miernikami, kamera ręczna	MSX, UltraMax, Wi-Fi, współpraca z miernikami, kamera ręczna	MSX, UltraMax, Wi-Fi, współpraca z miernikami, kamera ręczna	MSX, UltraMax, Wi-Fi, współpraca z miernikami, kamera ręczna	

	SATIR	SATIR	SATIR	SATIR	TROTEC	TROTEC	TROTEC	Micro-Epsilon
	D300	D500	HOTFIND L	HOTFIND S	AC080V	IC085LV/IC125LV	XC 300/ XC 600	TIM640
	Introl	Introl	Introl	Introl	Trotec	Trotec	Trotec	WoBIT
	introl.pl	introl.pl	introl.pl	introl.pl	www.trotec.pl	www.trotec.pl	www.trotec.pl	www.wobit.com.pl
	384x288	640×480	384x288	384x288	160x120	384x288	384x288 / 640x480	640x480
	40	50	50	50	80	50	50/60	75
	-20 do +600 (+1500)	-20 do +350 (+1000)	-20 do +250 (+1500)	-20 do +600 (+1500)	-20 do +350	-20°C do +600°C/ -20°C do +1500°C	-20 do +600 (+1500)	-20 do +100 / 0 do +250 / 150 do +900
	–	–	–	–	25	50/60	50/60	35/125
	24x18	24x18	24x18	24x18	21x28	24x18	24x18	15x11 / 33x25 / 60x45 / 90x64
	ręcznie	ręcznie	ręcznie	ręcznie	stała ogniskowa	ręcznie	ręcznie/automat.	ręcznie
	tak	tak	tak	tak	nie	tak	tak	nie
	5	5	0,3	5	8	5	5	nie
	60	60	–	60	–	b.d.	b.d.	nie
	tak	tak	tak	tak	tak	tak	tak	tak
	nie	nie	nie	nie	nie	tak	tak	b.d.
	tak	tak, 32 GB	tak	tak, 16 GB	nie	tak	nie	nie
	tak	tak	nie	tak	tak	tak	tak	nie
	16)	17)		18)	19	20)		bezpłatne oprogramowanie

Uwagi do tabeli:

1) UltraMax – 2 razy większa rozdzielczość, MSX nakładanie konturów na obraz widzialny, intelgientne obiektywy, programowalny przycisk, dalmierz laserowy
2) UltraMax – 2 razy większa rozdzielczość, MSX nakładanie konturów na obraz widzialny, Macro mode, inteligentne obiektywy, wizjer, programowalne przyciski x2, dalmierz laserowy,obiektyw obracany o 180 stopni
3) kamera dod wykrywania gazów z deteketorem chłodzonym. Wykrywane gazy: tlenek węgla, tlenek azotu, keten, etenon, izocyjanek butylu, izocyjanek heksylowy, bromek cyjanu, acetonitryl, cyjanek acetylowy, izocyjanian chloru, izocyjanian bromu, tiocyjanian metylu, tiocyjanian etylu, chlorodimetylosilan, dichlorometylosilan, krzemowodory, german, arsenowodór
4) kamera dod wykrywania gazów z deteketorem chłodzonym. Wykrywane gazy: R404A, R407C, R410A, R134A, R417A, R422A, R507A, R143A, R125, R245f
5) kamera dod wykrywania gazów z deteketorem chłodzonym. Wykrywane gazy: sześciofluorek siarki (SF6), chlorek acetylu, kwas octowy, bromek allilu, chlorek allilu, fluorek allilu, amoniak (NH3), bromometan, dwutlenek chloru, etyl cyjanoakrylu (ECA), etylen, furan, hydrazyna, metyl krzemowodoru, butanon, butenon (MVK), akroleina, propen, tetrahydrofuran (THF), trichloroeten, fluorek uranylu, chlorek winylu, akrylonitryl (cyjanek winylu), eter winylowy
6) kamera do inspekcji przeprowadzanych w wysokich temperaturach, która widzi przez płomnienie, z deteketorem chłodzonym
7) kamera dod wykrywania gazów z deteketorem chłodzonym. Wykrywane gazy: benzen, etanol, etylobenzen, heptan, heksan, izopren, metanol, MEK MIBK, oktan, pentan, 1-penten, toluen, ksylen, butan, etan, metan, propan, etylen, propylen
8) kamera dod wykrywania gazów z deteketorem chłodzonym. Wykrywane gazy: tlenek węgla, tlenek azotu, keten, etenon, izocyjanek butylu, izocyjanek heksylowy, bromek cyjanu, acetonitryl, cyjanek acetylowy, izocyjanian chloru, izocyjanian bromu, tiocyjanian metylu, tiocyjanian etylu, chlorodimetylosilan, dichlorometylosilan, krzemowodory, german, arsenowodór
9) pierwsza kamera FLIR do wykrywania gazów o tak dużej rozdzielczości. Wykrywane gazy: benzen, etanol, etylobenzen, heptan, heksan, izopren, metanol, MEK, MIBK, oktan, pentan, 1-penten, toluen, ksylen, butan, etan, metan, propan, etylen, propylen
10) pierwsza kamera FLIR do wykrywania gazów z detektorem niechłodzonym, najtańsza opcja na rynku. Wykrywane gazy: metan, propan, SO_2
11) kamera dod wykrywania gazów z deteketorem chłodzonym. Wykrywane gazy: benzen, etanol, etylobenzen, heptan, heksan, izopren, metanol, MEK MIBK, oktan, pentan, 1-penten, toluen, ksylen, butan, etan, metan, propan, etylen, propylen
12) prosty interfejs użytkownika obsługiwany jedną ręką, możliwość wykonywania dodatkowych zdjęć cyfrowych w celu pokazania lokalizacji lub dodania informacji o miejscu za pomocą systemu notatek IR-PhotoNotes, bardziej zaawansowane opcje wyświetlania, aby zobaczyć szczegóły dzięki przesyłaniu obrazu do komputera lub monitora o wysokiej rozdzielczości (USB i HDMI), funkcja nagrywania głosu i notatek pozwala zapisać dodatkowe dane razem z plikiem obrazu, opcjonalne, wymienne obiektywy zapewniają większą elastyczność w dodatkowych zastosowaniach, elastyczność w terenie dzięki małym, wymiennym akumulatorom z wyświetlaczem LED pokazującym poziom naładowania, w zestawie oprogramowanie analizujące i raportujące SmartView i SmartView Mobile.
13) urządzenie pozwala na nagrywanie wideo, transmisję wideo oraz zdalne sterowanie
14) oszczędność czasu dzięki bezprzewodowej synchronizacji obrazów bezpośrednio z kamery z systemem Fluke Connect i dołączaniu ich do rejestrów urządzeń i zleceń prac
15) D:S równe 504:1, możliwość szybkiego lokalizowania problemów dzięki funkcji IR-Fusion Blending i trybowi PIP, przesyłanie przez e-mail i udostępnianie obrazów w czasie rzeczywistym dzięki funkcji Fluke Connect
16) odporność na upadek z wysokości 2 m, wbudowany dalmierz opcjonalne obiekty szerokokątny i teleobiektyw, 8 godzin pracy, funkcja DuoVisonPlus
17) odporność na upadek z wysokości 2 m, wbudowany dalmierz, funkcja DuoVisionPlus
18) DuoVison, opcjonalne dodatkowe obiektywy
19) izoterma, analiza obszarów, analiza liniowa, funkcja alarmu, regulowany stopien emisji od 0,01 do 1,00, WLAN, Android 4.2
20) 8 ruchomych punktów pomiarowych, (Hot/Cold-Spot), izoterma, analiza profilu liniowego, obszaru kwadratu, funkcja alarmu (Hot/Cold-Spot), pomiary różnicowe do 8 ruchomych punktów, regulowany stopien emisji od 0,01 do 1,00 Bluetooth

Źródło: Introl