



Źródło: Fluke

## Pirometry

Do obrazowania temperatury doskonałym narzędziem są kamery termowizyjne. Ale nie zawsze potrzebne są aż tak wyrafinowane urządzenia. Czasami wystarczyłby termometr, ale ten z kolei ma tę wadę, że działa dotykowo. Pirometry pozwalają na bezkontaktowy pomiar temperatury.

**Tomasz Kurzacz**

Zacznijmy od teorii. Wszystkie materiały, które nie znajdują się w temperaturze 0 bezwzględnej ( $-273^{\circ}\text{C}$ ) emitują ciepło. Jest to nic innego, jak energia w postaci promieniowania podczerwonego. Długość pasma promieniowania podczerwonego zawiera się w zakresie od  $0,78$  do  $1000\ \mu\text{m}$ . Są to więc fale dłuższe od światła widzialnego, ale krótsze od fal radiowych. Zatem mierząc promieniowanie emitowane możemy przeliczyć je na konkretną temperaturę, która pokazywana jest na wyświetlaczu pirometru. Oczywiście tak wygląda pomiar tylko w teorii. W praktyce sprawa wygląda nieco bardziej skomplikowanie.

Przede wszystkim należy znać tzw. współczynnik emisyjności  $e$ , który jest charakterystyczny dla różnego rodzaju materiałów. Dla przykładu – stal (blacha świeżo walcowana) ma współczynnik emisyjności  $e = 0,24$ , styropian –  $0,6$ , śnieg –  $0,8$ , beton –  $0,97$ , a ludzka skóra –  $0,98$ . Co ciekawe, materiały

na pozór podobne, np. drewno, mogą mieć różne współczynniki emisyjności (dąb –  $0,77$ – $0,88$ , sosna –  $0,81$ – $0,89$ ). Ciało doskonale czarne, które pochłania energię, będzie miało  $e = 1$ , natomiast tzw. doskonałe lustro, a więc ciało doskonale odbijające energię ma  $e = 0$ . W praktyce nie istnieje ani ciało doskonale czarne ani lustro. Co ciekawe – współczynnik emisyjności zależy także od rodzaju powierzchni. Im powierzchnia jest bardziej matowa, chropowata tym współczynnik  $e$  jest większy. Szczególnie widać to w przypadku metali – dla stali polerowanej  $e = 0,16$  natomiast dla stali piaskowanej  $e = 0,70$ .

Wprowadzenie do pirometru odpowiedniego dla badanego materiału współczynnika emisyjności pozwala na prawidłową kompensację i dokonanie rzetelnego pomiaru. A jak sobie poradzić, jeśli nie wiemy, z jakiego materiału jest element, którego temperaturę chcemy zmierzyć? W takim przypadku

specjaliści radzą, aby wykorzystać tzw. pirometryczną taśmę izolacyjną. Po prostu nakleja się na taką taśmę, której emisyjność jest znana (podana przez producenta), i mierzy temperaturę taśmy. Co ciekawe – za pomocą tego prostego triku można zmierzyć temperaturę materiałów przezroczystych i półprzezroczystych (np. szkła).

## Rodzaje pirometrów

Pirometry wyposażone są w dwa rodzaje detektorów: termiczny i fotoelektryczny. Ten pierwszy zamienia energię promieniowania na ciepło, natomiast drugi – na sygnał elektryczny.

Im wyższa jest temperatura mierzonego obiektu należy dobierać pirometr z detektorem na krótszą długość fali. Możemy wyróżnić 4 rodzaje pirometrów pod względem mierzonego zakresu:

- pirometry radiacyjne zwane pirometrami całkowitego promieniowania – służą do pomiaru całego widma promieniowania od podczerwieni do nadfioletu,
- pirometry dwubarwowe – umożliwiają porównanie natężenia promieniowania o dwóch długościach fali w zakresie temperatury,
- pirometry fotoelektryczne inaczej pasmowe, przeznaczone do pomiaru określonego pasma,
- pirometry monochromatyczne umożliwiające pomiar jednej długości fali.

Pirometry optyczne, w których porównuje się jasność świecenia badanego obiektu z jasnością świecenia obiektu wzorcowego, wykorzystuje się do pomiaru temperatury powyżej 600°C.

Przy niskich zakresach temperatury, w pirometrach wykorzystuje się optykę zwierciadlaną. Nakierowanie na pole pomiarowe odbywa się przez obiektyw (podobnie jak to ma miejsce w lustrzankach) lub za pomocą lasera.

Celownik laserowy pozwala na precyzyjne wskazanie punktu pomiaru. Pirometry mogą być wyposażone w celownik punktowy, wskazujący środek pola pomiarowego, 2-punktowy, pokazujące średnicę pola pomiarowego (dolną i górną krawędź pola pomiarowego) lub kształtowy (kropkowy, krzyżkowy, itp.).

Nowością na rynku są pirometry graficzne, będące urządzeniem łączącym standardowy pirometr z ekranem i możliwościami prostej kamery termowizyjnej. Zamiast ekranu monochromatycznego pokazującego wyłącznie temperaturę (i wartości kilku innych parametrów) na ekranie wyświetla się obraz mierzonego elementu w identyczny sposób, jak to ma miejsce w kamerze. Obraz taki można przechowywać w celach dokumentacyjnych. Na ekranie wyraźniej widać problemy występujące z temperaturą mierzonej powierzchni i zapewnia dokładniejszy pomiar.



Źródło: Introl

## Podstawowe parametry pirometrów

Ponieważ bardzo ważne jest prawidłowe ustawienie współczynnika emisyjności pirometry mogą być wyposażone w możliwość ustawiania tego parametru w urządzeniu. Zwykle spotyka się 4 pozycje umożliwiające ustawienie tego współczynnika w zakresie od 0,1 do 1. Ponieważ jednak wiele materiałów ma współczynniki emisyjności większe od 0,9, na rynku dostępne są także urządzenia z ustalonym współczynnikiem wynoszącym 0,95.

Bardzo ważny jest oczywiście zakres mierzonych temperatur. Zwykle jest to przedział od -40 do +300 lub +500°C, ale są także urządzenia wyposażone w możliwość pomiaru od np. -50 do +2000°C.

Kolejny ważny parametr to rozdzielczość optyczna. Jest to stosunek odległości od przedmiotu do średnicy kołowego pola widzenia pirometru. Parametr ten jest stały i pozwala wyznaczyć średnicę pola widzenia na danej odległości.

Typowe wartości rozdzielczości optycznej pirometrów wynoszą od 3:1 do 100:1. W praktyce pole widzenia nie ma ostrej granicy, ani też nie jest idealnie kołowe. Dlatego należy pozycjonować pole widzenia na przedmiocie tak, aby powierzchnia przedmiotu wykraczała poza teoretyczne, kołowe pole widzenia. Rozdzielczość optyczna bywa też nazywana ogniskową lub optyką pirometru.

Ważną cechą pirometrów jest dokładność pomiaru. Zwykle podaje się odchylenie od wartości rzeczywistej oraz odchylenie w procentach (np.  $\pm 2^\circ\text{C}$ ,  $\pm 2\%$ ). Przy podawaniu dokładności pomiaru należy uwzględnić większą wartość.

Oczywistą sprawą jest zakres pomiarowy określony przez producenta. Podobnie podawany jest zakres temperatur, w jakim urządzenie może prawidłowo pracować.

## Na co zwracać uwagę przy zakupie pirometru?

Kupując pirometr trzeba zwrócić uwagę na przedstawione parametry – czy urządzenie będzie spełniało stawiane im wymagania. Jak mówi Marek Strycharz, Menedżer Produktu w firmie INTROL: – Tak jak w przypadku innych urządzeń optycznych należy zwrócić uwagę na jakość optyki. Optyka szklana i o dużej rozdzielczości optycznej daje możliwość wiarygodnego pomiaru w różnych warunkach i z większej odległości. Ponadto należy zwrócić uwagę czy dostawca dostarcza certyfikat wzorcownia potwierdzający klasę urządzenia (obecnie na rynku jest dużo tanich urządzeń z Chin). Liczy się także ogólna jakość wykonania (wytrzymałość) i akcesoria dodatkowe (oprogramowanie PC, Android, futerały, soczewki, itp.), a także serwis oraz doradztwo techniczne. Podobnie jak w innych urządzeniach przenośnych warto zwrócić uwagę na możliwość komunikacji



(WiFi, Bluetooth), większą pamięć, duży czytelny wyświetlacz, aplikacje na Android lub iOS do analizy oraz magazynowania i sortowania danych temperaturowych.

– Urządzenia z wyższej półki cenowej cechują się większą dokładnością pomiarową, możliwością ustawienia współczynnika emisyjności, a także większym zakresem temperatury pozwalającym na zastosowanie w bardziej wymagających warunkach przemysłowych oraz np. pomiar elementów układów mechanicznych – dodaje Piotr Szary.

W zależności od zastosowania konstrukcja może wymagać innego wykonania np. aseptyczne wykonanie dla przemysłu spożywczego, obudowa

wzmocniona do przemysłu ciężkiego,

itp. Ponadto przy konieczności pomiarów o bardzo dużej rozpiętości skali temperatury konieczne może być zastosowanie 2 pirometrów np. jeden na zakres od -30°C do +600°C, a drugi na zakres od 550°C do 3000°C.

### Jak prawidłowo posługiwać się piometrem?

Piotr Szary z Działu Category Managementu firmy Conrad zwraca uwagę, że podczas bezdotykowych pomiarów temperatury istotną staje się znajomość współczynnika emisyjności badanej powierzchni, co może być utrudnione, zwłaszcza przy badaniu powierzchni gładkich, metali, lakierowanych, etc. Ponadto osoby wykonujące i interpretujące wyniki pomiarowe powinny posiadać podstawową wiedzę na temat termowizji oraz bezkontaktowego pomiaru temperatury. Często zdarza się również błędne ustalenie pola widzenia, co powoduje odbieranie promieniowania podczerwonego z otoczenia.

Marek Strycharz dodaje: – Użytkownicy nie uwzględniają wielkości obiektu mierzonego i jego zmian emisyjności, często rozumieją błędnie piometry jako pomiar laserowy, a nie radiacyjny, gdzie wielkość obszaru pomiarowo zależy od jakości optyki (piometr mierzy radiację od obiektu, a laser służy tylko jako wskaźnik miejsca wykonywania pomiaru). Kupujący także zbyt często ufają w uniwersalność pomiaru pirometrycznego chcąc nabyć piometr „do wszystkiego”.

Należy także podkreślić, że praktycznie nie istnieje pojęcie zasięgu piometru. Jednakże do wykonania prawidłowego pomiaru należy zdawać sobie sprawę z rozdzielczości urządzenia – im większa odległość tym większe jest pole mierzonego obszaru. Ponadto do soczewki piometru dociera także promieniowanie z obiektów znajdujących się w polu jego widzenia, zatem warto mieć pewność, że mierzymy to, co chcemy. Przy znacznych odległościach pomiędzy obiektem a urządzeniem promieniowanie przechodzi przez atmosferę, w której znajduje się para i CO<sub>2</sub>, które to czynniki powodują absorpcję promieniowania podczerwonego i fałszowanie wyniku. Podobne

zafałszowanie może być spowodowane obecnością źródła światła w pobliżu badanego obiektu. Tym razem szkodliwy wpływ to promieniowanie cieplne od np. żarówki czy padających promieni słonecznych.

Pomiary powinny się przeprowadzać umieszczając piometr prostopadle do badanej powierzchni materiału. Dopuszczalne odchylenie wynosi maksymalnie 30°. Błąd pomiaru spowodowany niewłaściwym kątem jest szczególnie dotkliwy przy pomiarach metali.

### Czy piometr może zastąpić kamerę termowizyjną?

– Piometr może zastąpić kamerę termowizyjną ale tylko w przypadkach, gdy interesuje nas temperatura mierzona w danym punkcie, ponieważ w przeciwieństwie do kamery, piometr nie pokaże rozkładu temperatury na badanym obiekcie – mówi Piotr Szary. – Kamery pozwalają mierzyć temperaturę bezkontaktowo, podobnie jak piometr. Piometry – jako urządzenia mniej precyzyjne – mierzą temperaturę jednego punktu bądź uśredniają temperaturę pola pomiarowego, kamery natomiast mierzą temperaturę każdego punktu osobno. Liczba mierzonych punktów zależy od rozdzielczości kamery. Badanie za pomocą kamery termowizyjnej jest relatywnie proste, lecz wymaga od użytkownika podstawowej wiedzy na temat urządzenia oraz znajomości praw fizyki, na podstawie których dokonywany jest pomiar. Aby był on miarodajny kamera powinna mieć tym większą czułość termiczną (pozwalającą na ustalenie mniejszych różnic temperatury mierzonego obiektu) i tym wyższą rozdzielczość, im mniejsze obiekty się bada.

Marek Strycharz dodaje, że obecnie na rynku jest tendencja odwrotna, to znaczy, że bardzo proste kamery termowizyjne low-cost często zastępują piometry. Nie mniej jednak dla pomiarów jednopunktowych piometry są wciąż prostsze w obsłudze i tańsze.

### Rynek

W Polsce piometry oferuje kilkadziesiąt firm. Są to urządzenia zarówno z wyższej półki, jak i popularne urządzenia w niezbyt wygórowanej cenie. Są to m.in. firmy: Aisko, AlfaTech, Alfatech, ARCOTECH, ASTAT, BENETECH, Biall, Conbest Laboratoria, Conrad Electronic, Cyfronika, Dacpol, ELMER, EMD Systemy Pomiarowe, Euro Pro Group (dystrybutor Flir), Fluke, GOTRONIK, Introl, KOMPART-POMIAR, LAB-EL, LAMBDA, LC KOLOR, Mera, MERAZET, Merserwis, MESKON, narzedzia.pl, Onninen, PHU Margo, Process Sensors Polska, Sonel, STARKAM, TECWELD, Termoprodukt, Testo, TEST-THERM, TME, TROTEC, VWR International, WIGMORS. Proste urządzenia tego typu można kupić w sklepach branżowych z akcesoriami, m.in. budowlanymi i komputerowymi (np. Karen, Komputronik). Zapewne ta lista nie jest kompletna, zwłaszcza że istnieje także możliwość importu urządzeń z dowolnego kraju, także z Dalekiego Wschodu. Ceny wahają się od 50 do ponad 5 tys. zł (Fluke 568EX w wykonaniu przeciwwybuchowym). ■



Źródło: Biall

# FLEX TG-201, TG-301, TG-501

## Doskonale pirometry przemysłowe w bardzo dobrej cenie

FLEX TG-201, TG-301, TG-501 to nowe pirometry graficzne w ofercie firmy BIALL. Są to urządzenia, które łączą cechy i funkcje tradycyjnego pirometru oraz kamery termowizyjnej, ale znacznie tańsze od tych ostatnich.

Pirometry wyposażono w kolorowe ekrany 1,8" TFT oraz jeden przycisk do obsługi menu i pomiarów. Modele TG-301 oraz TG-501 mają gniazda pamięci oraz gwint do zamocowania na statywie.



Urządzenia te charakteryzują się kilkoma cechami, których próżno (lub z trudem) szukać u konkurencji. Przede wszystkim jest to bardzo duży zakres mierzonej temperatury – w przypadku modelu TG-501 jest to aż od -30°C do +800°C, natomiast TG-301 umożliwia pomiar w zakresie od -30°C do +650°C (model TG-201 umożliwia pomiary w zakresie od -20 do +380°C).

Kolejną sprawą to duża rozdzielczość optyczna wynosząca 30:1 (20:1 w modelu TG-201 oraz 50:1 w TG-501) wraz ze wskaźnikiem laserowym, który precyzyjnie wyznacza obszar pomiaru.

Warto wspomnieć o wbudowanej lampie UV do wykrywania nieszczelności z podświetlaniem przez 6 niebieskich diod UV. Pole pomiaru także może być oświetlone za pomocą 4 diod LED.

Wszystkie trzy modele wyposażono w detektor typu IR Array o rozdzielczości 128x128 punktów. Umożliwia to pracę bez wykorzystania migawki niezbędnej w innych rozwiązaniach.



Zastosowane rozwiązania (IR-EX Technology – zintegrowana matryca IR z CMOS) umożliwiają nałożenie obrazu termicznego na obraz widoczny na wyświetlaczu.

Urządzenia zasilane są 3 bateriami AAA, co gwarantuje od 12 do 16 godzin pracy w nominalnej temperaturze od -10 do +60°C.

Na uwagę zasługują także atrakcyjne ceny tych urządzeń zaczynające się od 1000 zł netto.

Pozostałe parametry znajdują się w tabeli.

	FLEX TG-201	FLEX TG-301	FLEX TG-501
Zakres mierzonych temperatur [°C]	-20°C do 380°C	-30°C do 650°C	-30°C do 800°C
Dokładność	±1,5% lub ±1,5°C	±1,5% lub ±1,5°C	±1,5% lub ±1,5°C
Czas odpowiedzi (95%)	<300 ms	<300 ms	<300 ms
Rozdzielczość optyczna	20:1	30:1	50:1
Zasilanie	3 x AA	3 x AA	3 x AA
Czas pracy na baterii	16 godz.	12 godz.	16 godz.
Wyświetlacz	1,8" TFT LCD	1,8" TFT LCD	1,8" TFT LCD
Detektor obrazu	IR Array	IR Array	IR Array
Rozdzielczość	128 x 128	128 x 128	128 x 128
Pole widzenia	30°	30°	30°
Czułość obrazowania termicznego	150 mK	150 mK	150 mK
Emisyjność	0,95	4 ustawienia w zakresie 0,1 do 0,95	4 ustawienia w zakresie 0,1 do 0,95
Paleta	gorące żelazo	szarości, tęcza, gorące żelazo	szarości, tęcza, gorące żelazo
Format zapisywania obrazu	nd.	BMP (temperatura i emisyjność)	BMP (temperatura i emisyjność)
Karta pamięci	nd.	8 GB	8 GB
Masa	280 g	300 g	300 g
Wymiary	185 x 51 x 100 mm	185 x 51 x 100 mm	185 x 51 x 100 mm
Temperatura pracy	-20°C do +60°C	-20°C do +60°C	-20°C do +60°C
Gwarancja	2 lata	2 lata	2 lata



**BIALL Sp. z o.o.**

ul. Barniewicka 54c

80-299 Gdańsk

Tel.: +48 58 322 11 91

www.biall.com.pl

Email: biall@biall.com.pl



## Wybrane pirometry dostępne w Polsce



Model	ILV-301	ST-672	ST-689	FLIR TG165	VOLT-CRAFT IR-1200-50D USB	Fluke 62 MAX	ScanTemp 430
Producent	FLEX	SENTRY	SENTRY	FLIR	VOLT-CRAFT	Fluke	Dostmann
Informacje z firmy	BIALŁ			Conrad			EMD Systemy Pomiarowe
Strona www producenta lub dystrybutora	www.biall.com.pl			www.conrad.pl			www.sklep.emd.net.pl
Rodzaj pirometru (radiacyjny, pasmowy, dubarwowy, monochromatyczny)	monochromatyczny	monochromatyczny	monochromatyczny	b.d.	b.d.	b.d.	monochromatyczny
Rozdzielczość optyczna	30:1	30:1	50:1		50:1	10:1	12:1
Mierzona temp. minimalna [st. C]	-30	-32	-50	-25	-50	-30	-60
Mierzona temp. maksymalna [st. C]	800	1300	1000	380	1200	500	550
Rozdzielczość pomiaru [st. C]	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1
Dokładność [%]	1,5	2	2	1,5	1,5	1,5	2
Stopień szczelności obudowy IP	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	IP54	IP54
Minimalna temp. pracy [st. C]	0	0	0	-30	b.d.	0	0
Maksymalna temp. pracy [st. C]	50	50	50	55	b.d.	50	50
Maksymalna wilgotność pracy [%]	90	90	90	90		90	-
Współczynnik emisyjności	0,1-1	0,1-1	0,1-1	0,1-0,99	0,1-1	0,1-1	0,1-1
Liczba rejestrowanych pomiarów	-	10	10		99	-	-
Zasilanie (bateria/akumulator)	bateria	bateria	bateria	bateria 3,7 V	bateria 9 V	bateria AA	2x AAA
Rodzaj celownika (jedno/dwupunktowy, optyczny/laserowy)	jednopunktowy	jednopunktowy	jednopunktowy	podwójny wskaźnik laserowy	podwójny wskaźnik laserowy	jednopunktowy laser	dwupunktowy
Transmisja danych (IrDA, USB, radio)			USB	USB	USB	USB	-
Waga [g]	300	280	330	312	320	320	330
Uwagi:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• detekcja nieszczelności lampą UV</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rejestracja MAX/MIN/AVG/ΔT</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• pomiar temperatury sondą K</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• wytrzymałość: test upadku 3 m</li> </ul>	



ScanTemp 410	ScanTemp 450	ScanTemp 470	ScanTemp 860	HiTemp 1800	ScanTemp 530	Ray	Multi-Beam
Dostmann	Dostmann	Dostmann	Dostmann	Dostmann	Dostmann	TFA	TFA
<b>EMD Systemy Pomiarowe</b>							
<a href="http://www.sklep.emd.net.pl">www.sklep.emd.net.pl</a>							
monochromatyczny	monochromatyczny	monochromatyczny	monochromatyczny	monochromatyczny	monochromatyczny	monochromatyczny	monochromatyczny
11:1	12:1	9:1	50:1	100:1	75:1	12:1	12:1
-60	-60	-33	-50	100	-35	-50	-60
550	500	500	1000	1800	900	500	500
0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
2	2	2	1	1	0,75	1,5	1
-	-	-	-	-	-	-	-
0	0	0	0	0	0	0	0
50	50	50	50	50	50	50	50
-	-	-	-	-	-	-	-
0,95	0,1-1	0,95	0,1-1	0,01-1	0,001-1	0,95	0,95
-	-	-	pamięć na karcie SD	-	100	-	-
2x AAA	2x AAA	1xAA	1x3,7 V	2xAA	2xAA	2xAAA	2xAAA
jednopunktowy	ośmiopunktowy	wielopunktowy z zaznaczonym środkiem	dwupunktowy	dwupunktowy	czteropunktowy	jednopunktowy	czteropunktowy
-	-	-	karta SD	-	USB	-	-
300	190	64	1250	1350	1300	108	159
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• dodatkowy pomiar czujnikiem typu K</li> <li>• pomiar różnicowy</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wskaźnik laserowy wycelowany w całym zakresie odległości</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• pirometr graficzny z rejestracją obrazu i czasem wykonania pomiaru</li> <li>• pomiar wilgotności względnej</li> <li>• dodatkowy pomiar czujnikiem typu K</li> <li>• pomiar różnicowy</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• dodatkowy pomiar czujnikiem typu K</li> <li>• pomiar różnicowy</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• pomiar dodatkowy czujnikiem typu K</li> <li>• pomiar różnicowy odwracalny wyświetlacz</li> <li>• pomiar bardzo małych elementów</li> </ul>		



## Wybrane pirometry dostępne w Polsce



Model	ScanTemp 895	PTU80	DIT-130	DIT-500	testo 805i	testo 835-T1	MS
Producent	TFA	OPTEX	SONEL	SONEL	Testo	Testo	Optris
Informacje z firmy	EMD Systemy Pomiarowe	Introl	SONEL		Testo		TEST-THERM
Strona www producenta lub dystrybutora	www.sklep.emd.net.pl	www.introl.pl	www.sonel.pl		www.testo.com.pl		www.test-therm.pl
Rodzaj pirometru	monochromatyczny	radiacyjny monochromatyczny	radiacyjny	radiacyjny	pasmowy	pasmowy	pasmowy 8–14 μm
Rozdzielczość optyczna	12:1	33:1	13:1	50:1	10:1	50:1	20:1
Mierzona temp. minimalna [st. C]	-50	-30	-32	-50	-30	-30	-32
Mierzona temp. maksymalna [st. C]	260	600	380	1600	250	600	420
Rozdzielczość pomiaru [st. C]	0,1	0,1/1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2
Dokładność [%]	1	1	1,5	1	1,5	1	1
Stopień szczelności obudowy IP	–	IP65	b.d.	b.d.	–	–	b.d.
Minimalna temp. pracy [st. C]	0	0	0	0	-10	-20	0
Maksymalna temp. pracy [st. C]	50	50	50	50	50	50	50
Maksymalna wilgotność pracy [%]	–	85	90	90	80	80	95
Współczynnik emisyjności	0,95	0,3 do 1,20 (krok co 0,01)	0,1–1	0,1–1	0,1–1	0,10–1	0,95
Liczba rejestrowanych pomiarów	–	150	20	100	w zależności od pamięci smartfona	200	–
Zasilanie (bateria/akumulator)	1x9 V	AA	bateria 9V	bateria 9V	bateria	bateria	bateria
Rodzaj celownika (jedno/dwupunktowy, optyczny/laserowy)	dwupunktowy	laserowy jednopunktowy	jednopunktowy	dwupunktowy	8-punktowy	4-punktowy	jednopunktowy, laserowy
Transmisja danych (IrDA, USB, radio)	–	USB	–	USB	Bluetooth	USB	USB
Waga [g]	176	230	290	350	209	514	150
Uwagi:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• pomiar wilgotności względnej</li> <li>• obliczanie temperatury punktu rosy</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• sonda temperaturowa typu K w zestawie do pomiarów dotykowych,</li> <li>• wybór jednostki °C/°K,</li> <li>• pomiar wartości MIN/MAX/AVG, ustawialny alarm przekroczenia wartości skrajnych</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sonda temperaturowa typu K w zestawie do pomiarów dotykowych,</li> <li>• wybór jednostki °C/°K,</li> <li>• pomiar wartości MIN/MAX/AVG,</li> <li>• ustawialny alarm przekroczenia wartości skrajnych,</li> <li>• program IR Thermometer do analizy zebranych danych</li> </ul>			



	MSPPlus	MSPPro	LaserSight	P20LT	P20 1M	P20 2M	P20 05M	AX-7531
	Optris	Optris	Optris	Optris	Optris	Optris	Optris	Axiomet
	TEST-THERM							Transfer Multi-sort Elektronik
	www.test-therm.pl							www.tme.eu
	pasmowy 8-14 μm	pasmowy 8-14 μm	pasmowy 8-14 μm	pasmowy 8-14 μm	monochromatyczny 1 μm	monochromatyczny 1,6 μm	monochromatyczny 0,525 μm	pasmowy
	20:1	40:1	75:1 (SF), 62:1 (CF)	120:1	300:1	300:1	150:1	20:1
	-32	-32	-35	0	650	385	1000	-50
	530	760	900	1300	1800	1600	2000	800
	0,1	0,1	0,1	1	1	1	1	0,1
	1	1	0,75	1	0,3	0,3	0,3	1
	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.
	0	0	0	0	0	0	0	0
	50	50	50	50	50	50	50	50
	95	95	95	95	95	95	95	90
	0,1-1,1	0,1-1,1	0,1-1,1	0,1-1,1	0,1-1,1	0,1-1,1	0,1-1,1	0,1-1
	-	20	100	2000	2000	2000	2000	0
	bateria	bateria	bateria	akumulator	akumulator	akumulator	akumulator	bateria
	jednopunktowy, laserowy	jednopunktowy, laserowy	laserowy krzyżowy / dwupunktowy	optyczny + laserowy dwupunktowy	optyczny + laserowy dwupunktowy	optyczny + laserowy dwupunktowy	optyczny + laserowy dwupunktowy	jednopunktowy laserowy
	USB	USB	USB	USB	USB	USB	USB	-
	150	180	420	1000	1000	1000	1000	250
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• przełączana optyka: SF/CF</li> </ul>							