

Pirometr **CT XL** LT / 3M



Instrukcja obsługi

Zgodność z CE



Niniejszy produkt spełnia wymagania następujących norm:

Kompatybilność elektromagnetyczna:	EN 61326-1:2006
	EN 61326-2-3:2006
Bezpieczeństwo:	EN 61010-1:2001
Bezpieczeństwo lasera:	EN 60825-1:2007

Produkt spełnia wymagania Dyrektywy EMC 2004/108/WE oraz Dyrektywy niskonapięciowej 2006/96/WE.

Proszę przeczytać starannie niniejszą instrukcję przed rozpoczęciem użytkowania. Producent zastrzega sobie prawo do zmian opisanych tutaj parametrów w razie technicznego rozwoju produktu.

Gwarancja

Każde pojedyncze urządzenie przechodzi proces kontroli jakości. Niezależnie od tego, jeśli wystąpi uszkodzenie, należy się bezzwłocznie skontaktować z dostawcą. Okres gwarancji obejmuje 24 miesiące od daty dostawy. Po upływie okresu gwarancyjnego producent udziela dodatkowych 6 miesięcy gwarancji na wszystkie naprawione lub wymienione części. Gwarancja nie dotyczy uszkodzeń powstałych na skutek nieprawidłowego użytkowania lub zaniedbań. Gwarancja wygasa także w razie demontażu urządzenia. Producent nie odpowiada też za szkody będące następstwem uszkodzenia. Gdy uszkodzenie nastąpiło podczas okresu gwarancyjnego, urządzenie zostanie wymienione, skalibrowane lub naprawione bezpłatnie. Koszty przesyłki przyrzędu muszą być opłacone przez nadawcę. Producent zastrzega sobie prawo do decyzji czy dany element ma być naprawiony czy wymieniony. Jeśli uszkodzenie nastąpiło z powodu nieprawidłowego użytkowania lub zaniedbania, użytkownik zostanie obciążony kosztami naprawy. W tym przypadku można poprosić o wstępną wycenę kosztów przed naprawą.

Spis treści

	Strona
Opis	3
Zawartość dostawy	3
Konservacja	3
Uwagi	4
Przegląd modeli	4
Domyślne ustawienia fabryczne	4
Dane techniczne	5
Parametry ogólne	5
Parametry elektryczne	6
Parametry metrologiczne [modele LT]	7
Parametry metrologiczne [modele 3M]	8
Charakterystyki optyczne	9
Instalacja mechaniczna	17
Akcesoria	19
Uchwyty montażowe	20
Uchwyt montażu na szynie	21
Instalacja elektryczna	22
Podłączanie kabli	22
Zasilanie	23
Podłączanie uziemienia	25
Wyjścia i wejścia	26
Wyjścia analogowe	26
Interfejsy cyfrowe	27
Wyjścia przekaźnikowe	27
Wejścia funkcyjne	28
Alarmy	29
Obsługa	30
Konfiguracja pirometru	30
Komunikaty błędów	35
Oprogramowanie CompactConnect	36
Instalacja	36
Ustawienia komunikacyjne	36
Podstawy pomiarów pirometrycznych	38
Emisyjność	39
Definicja	39
Wyznaczanie nieznannej emisyjności	39
Emisyjności charakterystyczne	40
Dodatek A – Emisyjność, Metale	41
Dodatek B – Emisyjność, Niemetale	42

Opis

Pirometry CT XL to urządzenia do bezkontaktowego pomiaru temperatury. Wyznaczają temperaturę powierzchni danego ciała na podstawie energii promieniowania tego obiektu [**► Podstawy pomiarów pirometrycznych**]. Obudowa głowicy pirometru CT XL jest wykonana ze stali kwasoodpornej (o stopniu ochrony IP65/NEMA-4), elektronika jest umieszczona w oddzielnej obudowie wykonanej ze stopu cynku.

Głowica pirometru CT XL to wrażliwy system optyczny. Do mechanicznej instalacji należy używać tylko części nagwintowanej. Unikać wywierania nadmiernej siły na głowicę – może to doprowadzić do jej uszkodzenia (i utraty praw gwarancyjnych).

Zawartość dostawy

- Pirometr CT XL: głowica z kablem połączeniowym i puszka elektroniki
- Nakrętka montażowa
- Instrukcja obsługi

Konserwacja

Czyszczenie soczewki: usunąć luźne zanieczyszczenia za pomocą strumienia czystego powietrza. Powierzchnia soczewki może być czyszczona za pomocą miękkiej chusteczki zwilżonej wodą lub wodnym środkiem do czyszczenia szkła.

UWAGA: Nigdy nie używać środków czyszczących zawierających rozpuszczalniki (ani do soczewek ani do obudowy).

Uwagi

Unikać gwałtownych zmian temperatury otoczenia. W przypadku problemów lub pytań powstałych w czasie użytkowania urządzenia, skontaktować się z dostawcą.

Przegląd modeli

Pirometry z serii CT XL są dostępne w następujących wersjach:

Model	Kod modelu	Zakres pomiar.	Pasma	Typowe zastosowanie
CT XL LT	LT	-50 do 975°C	8-14 µm	powierzchnie nieme talowe
CT XL 3M	3MH	100 do 600°C	2.3 µm	powierzchnie metalowe
	3MH1	150 do 900°C	2.3 µm	powierzchnie metalowe
	3MH2	200 do 1200°C	2.3 µm	powierzchnie metalowe
	3MH3	400 do 1800°C	2.3 µm	powierzchnie metalowe

W kolejnych rozdziałach niniejszej instrukcji stosowane będą tylko krótkie kody modeli.

Domyślne ustawienia fabryczne

W momencie dostawy urządzenie posiada następujące ustawienia:

Sygnał wyjściowy temperatury obiektu	0-5 V
Emisyjność	0,970 (LT) 1,000 (3M)
Przepuszczalność	1,000
Czas uśredniania (AVG)	0,2 s (LT) 0s (3M)
Uśrednianie zaawansowane	nieaktywne (LT); aktywne (3M)
Maksimum lokalne	nieaktywne
Minimum lokalne	nieaktywne
	<u>LT 3MH 3MH1 3MH2 3MH3</u>
Dolna granica zakresu pomiar. [°C]	0 100 150 200 400
Górna granica zakresu pomiar. [°C]	500 600 900 1200 1800
Alarm dolny [°C]	30 250 350 550 600
Alarm górny [°C]	100 500 600 1000 1400
Prędkość transmisji [kbaud]	115 115 115 115 115
Dolna granica sygnału wyjściowego	0 V
Górna granica sygnału wyjściowego	5 V
Jednostka temperatury	°C
Kompensacja temperatury otoczenia	czujnik w głowicy (w modelu LT wyjście na zacisku OUT-AMB: 0-5V = -20...180 °C)

Dane techniczne

Parametry ogólne

	Głowica	Elektronika
Stopień ochrony	IP65 (NEMA-4)	IP65 (NEMA-4)
Temp. otoczenia	-20...85°C	0...85 °C
Temp. składowania	-40...85°C	-40...85 °C
Wilgotność	10...95%, bez kondensacji	10...95%, bez kondensacji
Materiał	stal kwasoodporna	odlew cynkowy
Wymiary	112 mm x 32 mm, M30x1	89 mm x 70 mm x 30 mm
Masa	120 g	420 g
Długość kabla	3 m (standard), 8 m, 15 m (15m tylko dla LT)	
Średnica kabla	2,8 mm	
Max. temperatura kabla	180°C	
Wibracje	IEC 68-2-6: 3G, 11 – 200Hz, dowolna oś	
Udary	IEC 68-2-27: 50G, 11ms, dowolna oś	
Oprogramowanie	CompactConnect (opcjonalne)	

Parametry elektryczne

Napięcie zasilania	8–36 VDC
Pobór prądu	max. 100 mA
Wyjścia analogowe	
Kanał 1	do wyboru: 0/4...20mA, 0...5/10V, symulacja termopary (J lub K) albo wyjście alarmowe (źródło sygnału: temperatura obiektu)
Kanał 2 (tylko LT)	temperatura głowicy [-20...180°C] jako sygnał wyjściowy 0...5V lub 0...10V, albo wyjście alarmowe (Źródło sygnału może być przełączone na temperaturę obiektu lub elektroniki gdy wyjście jest używane jako alarmowe)
Wyjście alarmowe	Otwarty kolektor - pin AL2 [24V/ 50mA]
Impedancje wyjściowe	
Wyjście mA	max. rezystancja pętli 500Ω (przy 8...36VDC),
Wyjście mV	min. rezystancja obciążenia 100kΩ
Wyjście termoparowe	20Ω
Interfejsy komunikacyjne	USB, RS232, RS485, CAN, Profibus DP, Ethernet (opcjonalne moduły)
Wyjścia przekaźnikowe	2 x 60 VDC/42VAC _{RMS} , 0,4 A; izolowane optycznie (moduł opcjonalny)
Wejścia funkcyjne	F1, F2, F3; programowane software'owo do wykonywania następujących funkcji: - zewnętrzne ustawianie emisyjności, - kompensacja temperatury otoczenia, - wyzwalacz (kasowanie funkcji hold)

Parametry metrologiczne [modele LT]

	LT
Zakres pomiarowy (skalowalny)	-50...975°C
Rozdzielczość optyczna	75:1
Zakres spektralny	8...14 μm
Dokładność ^{1) 2)}	$\pm 1^\circ\text{C}$ lub $\pm 1\%$ ³⁾
Powtarzalność ¹⁾	$\pm 0,5^\circ\text{C}$ lub $\pm 0,5\%$ ³⁾
Rozdzielczość (NETD)	0,1 $^\circ\text{C}$ ³⁾
Stała czasowa (90% sygnału)	120 ms
Czas stabilizacji termicznej	10 min
Emisyjność/ Wzmocnienie	0.100...1.100 (ustawianie za pomocą przycisków lub oprogramowania)
Przepuszczalność	0.100...1.000 (ustawianie za pomocą przycisków lub oprogramowania)
Przetwarzanie sygnału	Średnia, maksimum lokalne, minimum lokalne (ustawianie za pomocą przycisków lub oprogramowania)
Oprogramowanie (opcjonalne)	CompactConnect

¹⁾ W temperaturze otoczenia $23\pm 5^\circ\text{C}$; przyjąć wartość większą

²⁾ Dokładność wyjścia termoparowego: $\pm 2.5^\circ\text{C}$ lub $\pm 1\%$

³⁾ Dla temperatury obiektu $\geq 0^\circ\text{C}$

Parametry metrologiczne [modele 3M]

	3MH	3MH1	3MH2	3MH2
Zakres pomiarowy (skalowalny)	100...600°C ¹⁾	150...900°C	200...1200°C	400...1800°C
Zakres spektralny	2.3µm	2.3µm	2.3µm	2.3µm
Rozdzielczość optyczna	100:1	300:1	300:1	300:1
Dokładność ^{2) 3)}		±(0,3% w.o. +2 °C) ⁴⁾		
Powtarzalność ²⁾		±(0,1% w.o. +1 °C) ⁴⁾		
Rozdzielczość	0.1°C ⁴⁾	0.1°C ⁴⁾	0.1°C ⁴⁾	0.1°C ⁴⁾
Czas ekspozycji (90% sygnału)	1 ms ⁵⁾	1 ms ⁵⁾	1 ms ⁵⁾	1 ms ⁵⁾
Emisyjność / Wzmocnienie	0,100...1,100 (ustawiane za pomocą przycisków lub oprogramowania)			
Przepuszczalność	0,100...1,000 (ustawiana za pomocą przycisków lub oprogramowania)			
Przetwarzanie sygnału	Średnia, maksimum lokalne, minimum lokalne (ustawianie za pomocą przycisków lub programu)			

¹⁾ $T_{obj} > T_{head} + 25\text{ °C}$

²⁾ W temperaturze otoczenia $23 \pm 5\text{ °C}$; przyjąć większą wartość

³⁾ Dokładność wyjścia termoparowego: $\pm 2,5\text{ °C}$ lub $\pm 1\%$

⁴⁾ $\varepsilon = 1 / \text{Stała czasowa } 1\text{ s}$

⁵⁾ Z dynamiczną adaptacją przy niskich poziomach sygnału

Charakterystyki optyczne

Przedstawione charakterystyki optyczne ilustrują zależność średnicy pola widzenia pirometru od odległości między głowicą a mierzonym obiektem. Wielkość pola widzenia jest odniesiona do 90% energii promieniowania. Odległość jest zawsze mierzona od przedniej krawędzi głowicy pomiarowej.

Wielkość mierzonego obiektu oraz rozdzielczość optyczna pirometru determinują maksymalną odległość między głowicą a mierzonym obiektem. Aby uniknąć błędów pomiarowych obiekt powinien całkowicie wypełniać pole widzenia pirometru. Dodatkowo, pole widzenia powinno zawsze mieć **ten sam rozmiar** co mierzony obiekt lub być od niego **mniejszy**.

D = Odległość od czoła głowicy pomiarowej do mierzonego obiektu

S = Wielkość pola pomiarowego

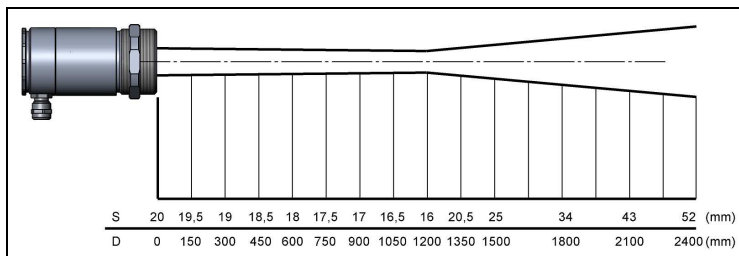
Stosunek D:S jest podany dla punktu w odległości ogniskowej.



Optyka: SF

D:S (z odległości ogniskowej) = 75:1 / 16mm @ 1200mm

D:S (z dużej odległości) = 34:1

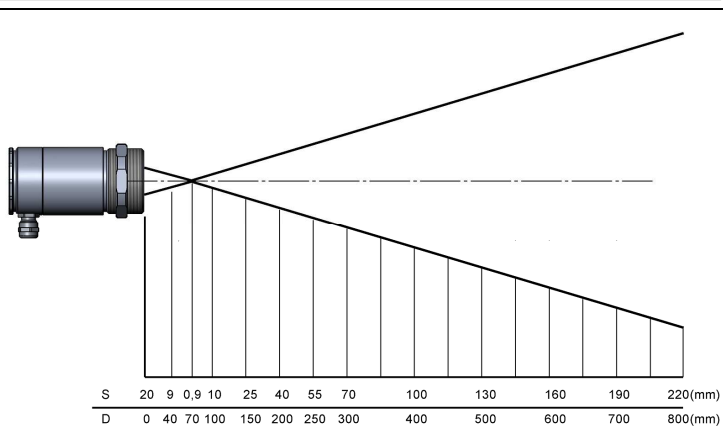




Optyka: CF1

D:S (z odległości ogniskowej) = 75:1/ 0.9mm @ 70mm

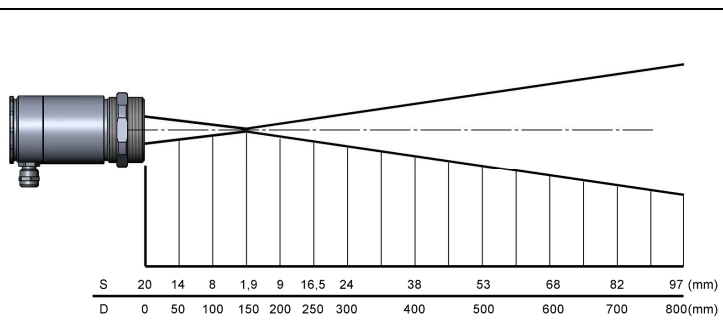
D:S (z dużej odległości) = 3.5:1



Optyka: CF2

D:S (w odległości ogniskowej) = 75:1/ 1.9mm@150mm

D:S (Fernfeld) = 7:1

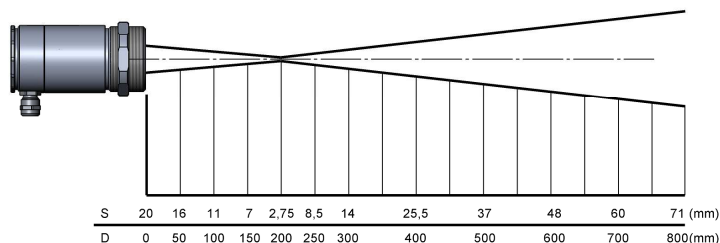


LT

Optyka: CF3

D:S (z odległości ogniskowej) = 75:1 / 2.75mm @ 200mm

D:S (z dużej odległości) = 9:1

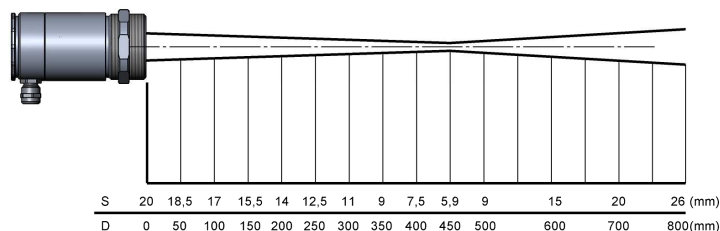


LT

Optyka: CF4

D:S (z odległości ogniskowej) = 75:1 / 5.9mm @ 450mm

D:S (z dużej odległości) = 18:1

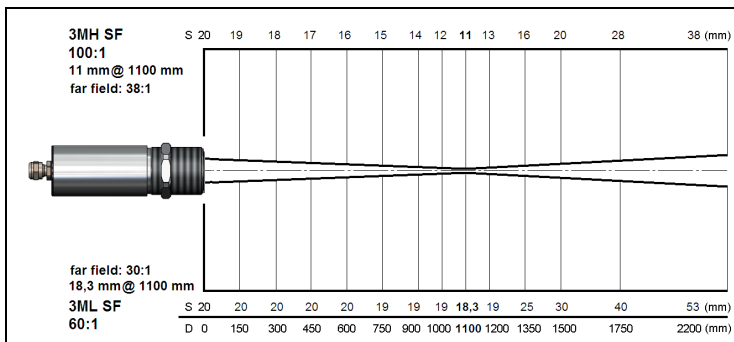


3MH

Optyka: SF

D:S (z odległości ogniskowej) = 100:1 / 11mm @ 1100mm

D:S (z dużej odległości) = 38:1

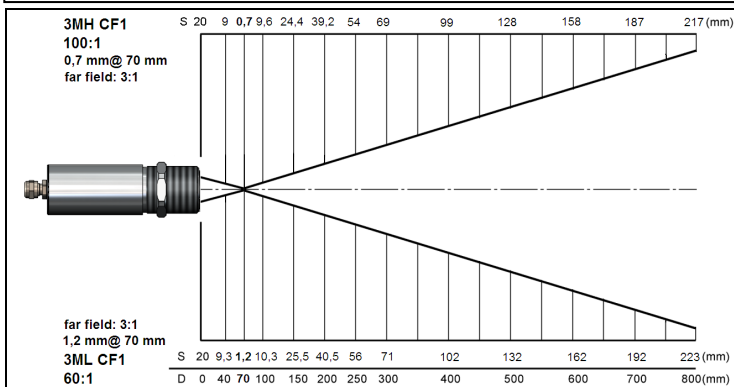


3MH

Optyka: CF1

D:S (z odległości ogniskowej) = 100:1 / 0.7mm @ 70mm

D:S (z dużej odległości) = 3:1

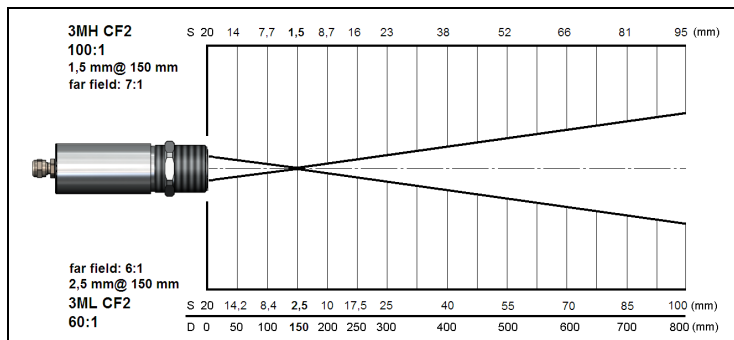


3MH

Optyka: CF2

D:S (z odległości ogniskowej) = 100:1 / 1.5mm @ 150mm

D:S (z dużej odległości) = 7:1

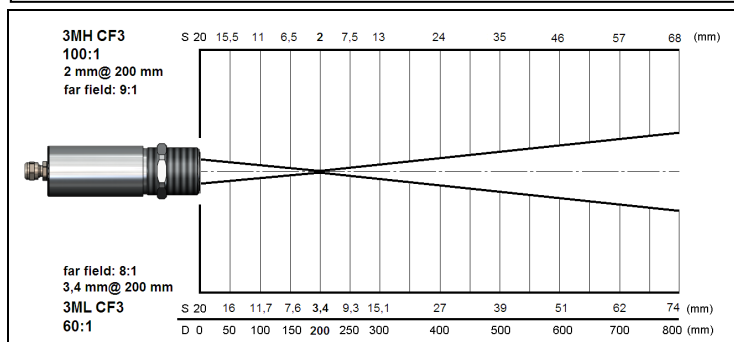


3MH

Optyka: CF3

D:S (z odległości ogniskowej) = 100:1 / 2mm @ 200mm

D:S (z dużej odległości) = 9:1



3MH

Optyka: CF4

D:S (z odległości ogniskowej) = 100:1 / 4.5mm @ 450mm

D:S (z dużej odległości) = 19:1

3MH CF4

100:1

4,5 mm@ 450 mm

far field: 19:1

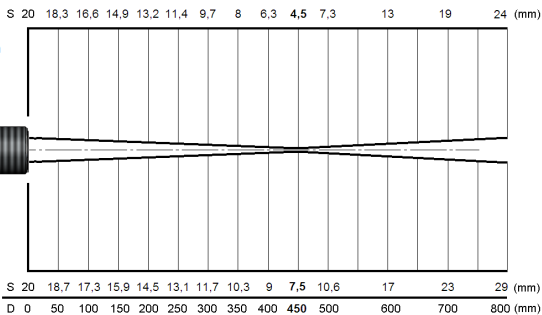


far field: 17:1

7,5 mm@ 450 mm

3ML CF4

60:1



3MH1-3MH3

Optyka: FF

D:S (z odległości ogniskowej) = 300:1 / 12mm @ 3600mm

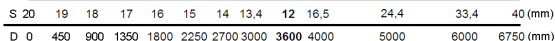
D:S (z dużej odległości) = 115:1



12 mm@ 3600 mm

3MH FF

300:1

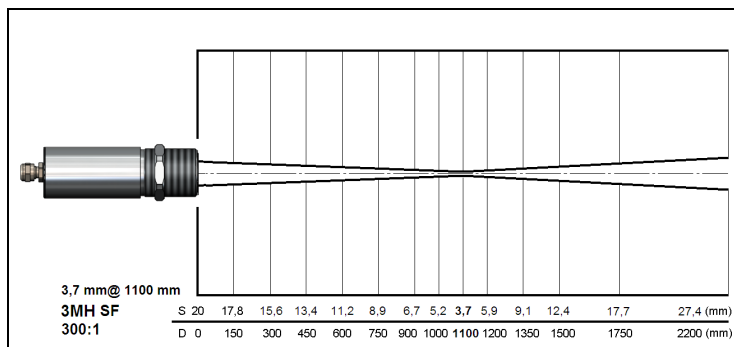


3MH1-3MH3

Optyka: SF

D:S (z odległości ogniskowej) = 300:1 / 3.7mm @ 1100mm

D:S (z dużej odległości) = 48:1

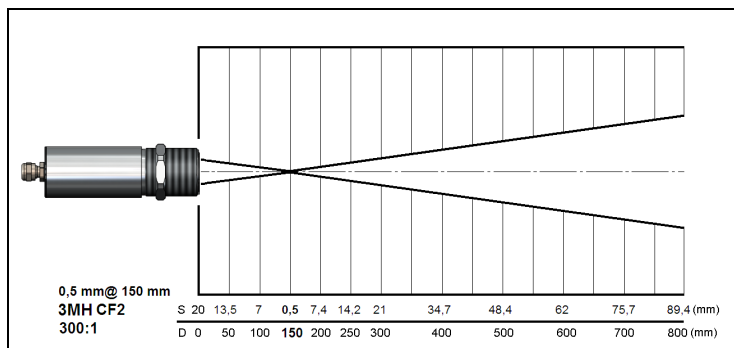


3MH1-3MH3

Optyka: CF2

D:S (z odległości ogniskowej) = 300:1 / 0.5mm @ 150mm

D:S (z dużej odległości) = 7.5:1

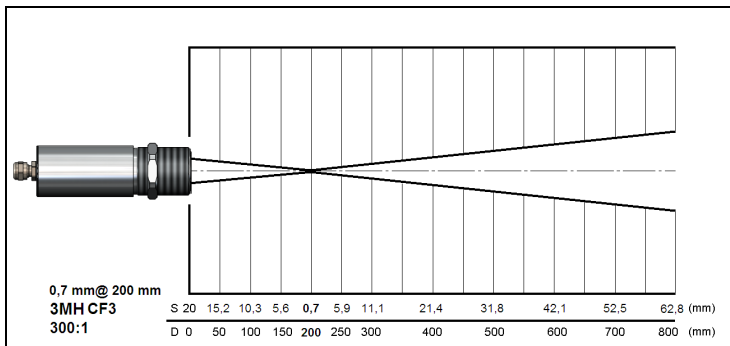


3MH1-3MH3

Optyka: CF3

D:S (z odległości ogniskowej) = 300:1 / 0.7mm @ 200mm

D:S (z dużej odległości) = 10:1

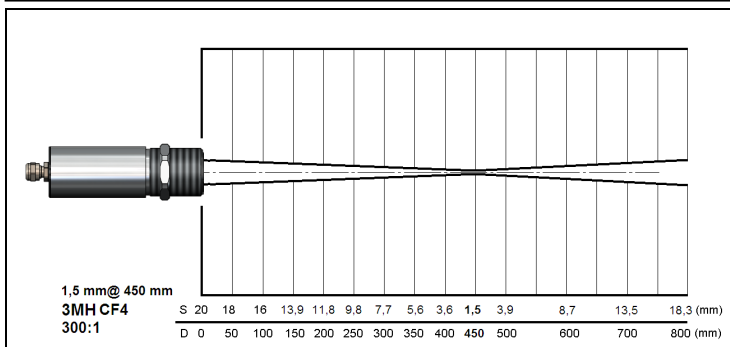


3MH1-3MH3

Optyka: CF4

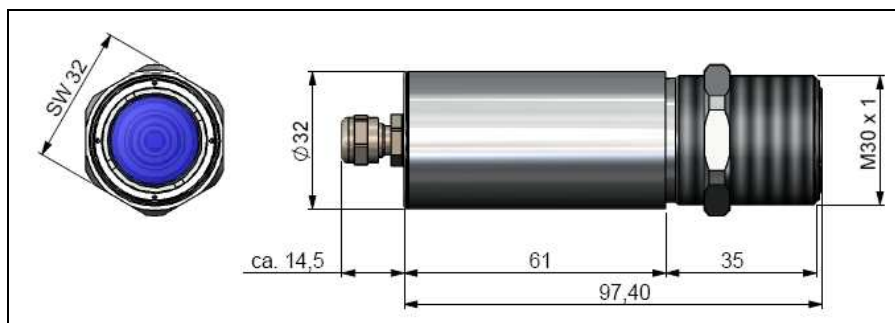
D:S (z odległości ogniskowej) = 300:1 / 1.5mm @ 450mm

D:S (z dużej odległości) = 10:1



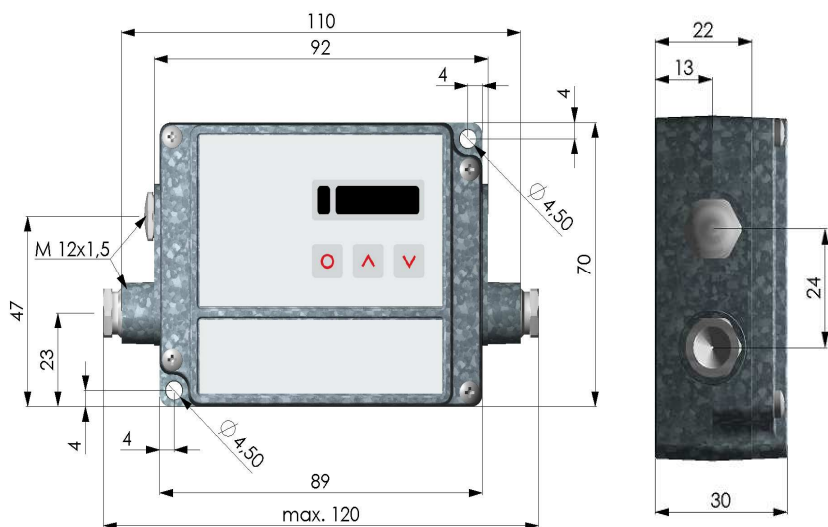
Instalacja mechaniczna

Głowice pirometrów CT XL są wyposażone w gwint metryczny M30x1 i mogą być instalowane bezpośrednio poprzez połączenie gwintowe głowicy, lub za pomocą nakrętki sześciokątnej (dostarczanej w komplecie) do oferowanych uchwytów montażowych. Uchwyty, które ułatwiają regulację położenia głowicy można zamówić jako akcesoria dodatkowe.



Głowica pomiarowa

Należy pamiętać o utrzymywaniu wolnej od przeszkód ścieżki optycznej.



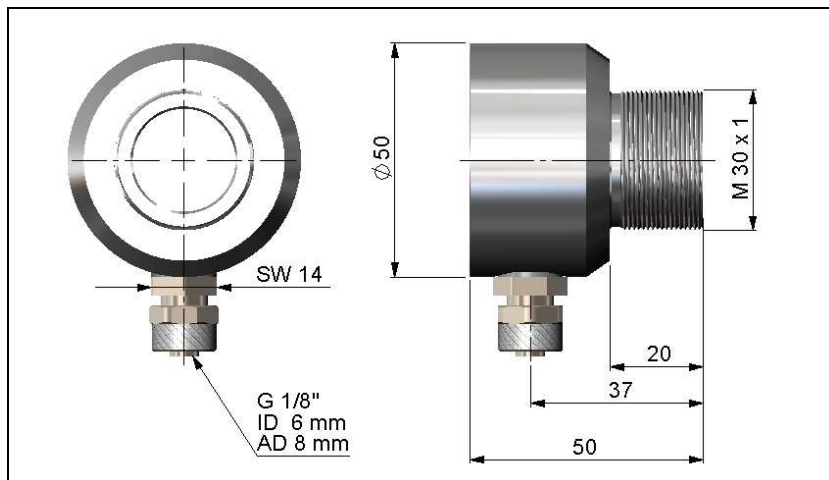
Skrzynka elektroniki

Skrzynka elektroniki jest też dostępna w wersji zamkniętej (wyświetlacz i przyciski programujące niedostępne z zewnątrz) [ACCTCOV].

Akcesoria

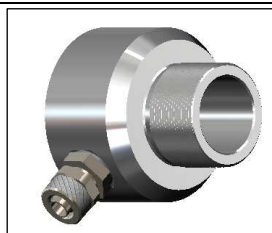
Nawiew soczewki

Soczewka musi być zawsze utrzymywana w czystości i chroniona od kurzu, dymu, pyłu i innych zanieczyszczeń w celu uniknięcia błędów odczytu. Ich wpływ można ograniczyć przez zastosowanie nadmuchu soczewki. Należy pamiętać, aby stosować wyłącznie technicznie czyste, bezolejowe powietrze.



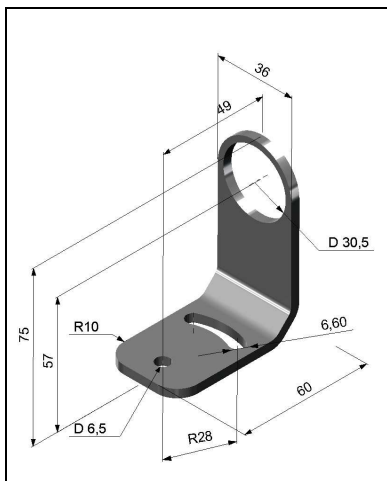
Standardowy nadmuch soczewki [ACCTXLAP].

Średnica króćca: 6x8 mm, gwint G 1/8.

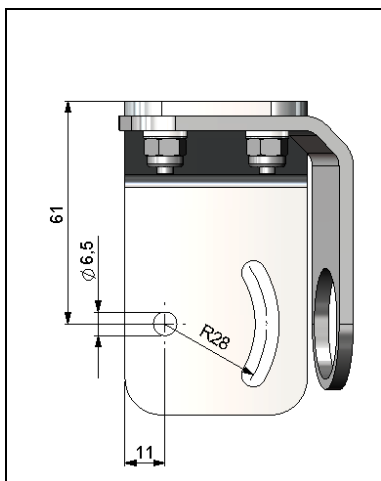


Zużycie powietrza (około. 2...10 l/min.) zależy od aplikacji i warunków instalacji na obiekcie.

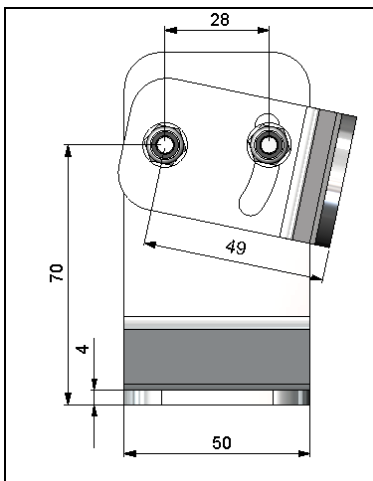
Uchwyty montażowe



Uchwyt montażowy regulowany w 1 osi [ACCTRAM].

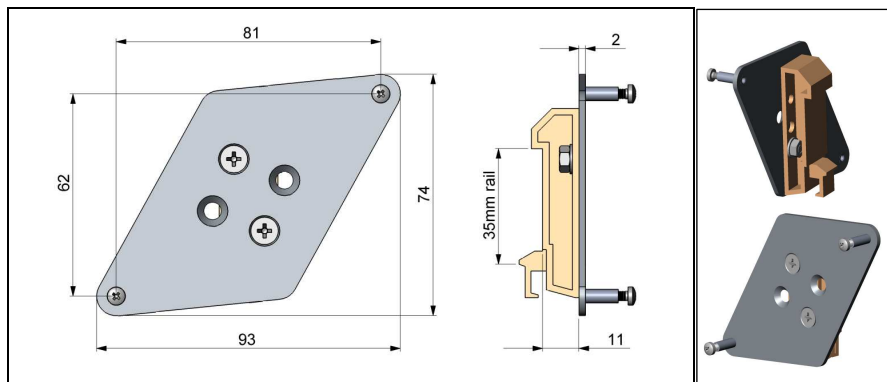


Uchwyt montażowy regulowany w 2 osiach [ACCTXLAB]



Uchwyt do montażu na szynie

Ten uchwyt pozwala na przystosowanie obudowy elektroniki pirometru do mocowania na szynie nośnej zgodnej z EN50022 (TS35).



Uchwyt do montażu szynowego [ACCTRAIL]

- Opisane akcesoria można zamawiać posługując się kodem zawartym w nawiasach prostokątnych [].

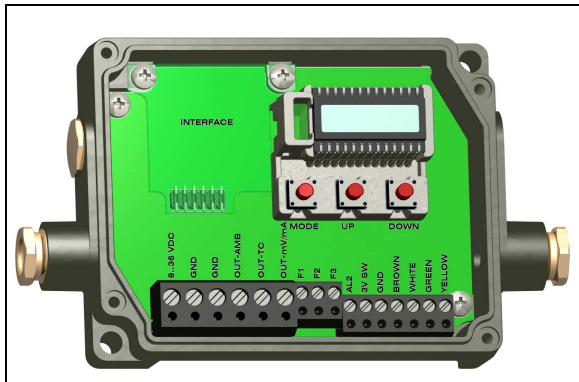
Instalacja elektryczna

Podłączanie kabli

W celu wykonania instalacji elektrycznej pirometru CT XL należy najpierw otworzyć pokrywę skrzynki elektroniki (po odkręceniu 4 wkrętów). Poniżej wyświetlacza znajdują się zaciski śrubowe do podłączenia kabli.

Opis sygnałów na zaciskach (model LT)

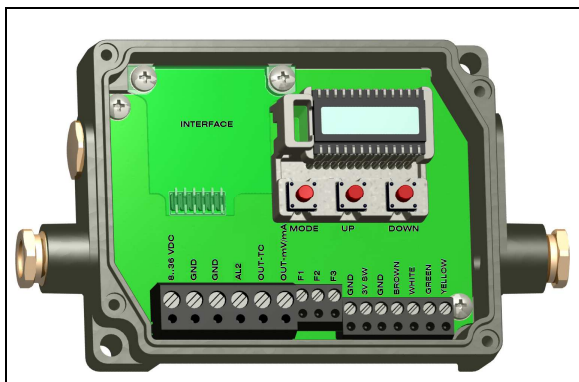
+8..36 VDC	Zasilanie
GND	Masa (0 V) zasilania
GND	Masa (0 V) sygnałowa
OUT-AMB	Wyjście analogowe temperatury głowicy (mV)
OUT-TC	Wyjście analogowe termoparowe (J lub K)
OUT-mV/mA	Wyjście analogowe temperatury obiektu (mV lub mA)
F1-F3	Wejścia funkcyjne
AL2	Alarm 2 (wyjście typu „otwarty kolektor”)
3V SW	3V przełączalne, do zasilania celownika laserowego
GND	Masa zasilania celownika laserowego
BROWN	Czujnik temperatury w głowicy (przewód brązowy)
WHITE	Czujnik temperatury w głowicy (przewód biały)
GREEN	Sygnał z detektora podczerwieni – (przewód zielony)
YELLOW	Sygnał z detektora podczerwieni + (przewód żółty)



Otwarta skrzynka elektroniki (LT) z zaciskami podłączeniowymi

Opis sygnałów na zaciskach (model 3M)

+8...36 VDC	Zasilanie
GND	Masa (0 V) zasilania
GND	Masa (0 V) sygnałowa
AL2	Alarm 2 (wyjście typu „otwarty kolektor”)
OUT-TC	Wyjście analogowe termoparowe (J lub K)
OUT-mV/mA	Wyjście analogowe temperatury obiektu (mV lub mA)
F1-F3	Wejścia funkcyjne
GND	Masa (0 V)
3V SW	3V przełączalne, do zasilania celownika laserowego
GND	Masa zasilania celownika laserowego
BROWN	Czujnik temperatury w głowicy (przewód brązowy)
WHITE	Czujnik temperatury w głowicy (przewód biały)
GREEN	Sygnał z detektora podczerwieni – (przewód zielony)
YELLOW	Sygnał z detektora podczerwieni + (przewód żółty)



Otwarta skrzynka elektroniki (3M) z zaciskami podłączeniowymi

Zasilanie

Należy zastosować źródło zasilania o parametrach **8–36 VDC/100 mA**.

**UWAGA: Nie podłączać zasilania do zacisków sygnału wyjściowego, gdyż spowoduje to nieodwracalne uszkodzenie pirometru!
Pirometr CT XL nie jest urządzeniem dwuprzewodowym!**

Przeprowadzanie kabla

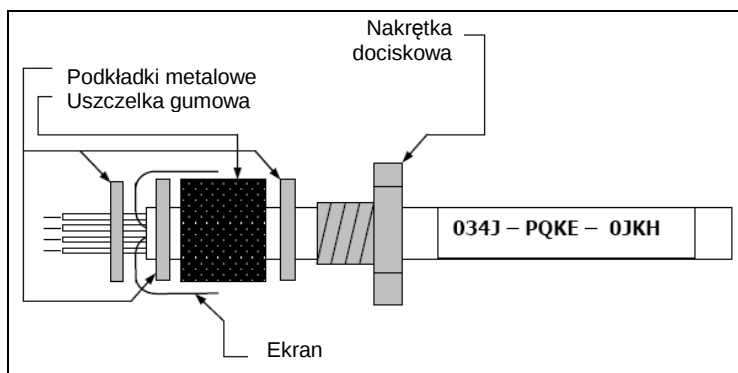
Dławik kablowy M12x1,5 pozwala na zastosowanie kabli o średnicy 3 do 5mm.

Zdjąć izolację z kabla (na długości 40mm dla zasilania, 50mm dla sygnałów wyjściowych, 60mm dla wejść funkcyjnych). Przyciąć ekran do około 5mm i

rozłożyć jego druty. Zdjąć izolację z końców przewodów na długości ok. 4mm i pocynować końcówki przewodów.

Przeciągnąć nakrętkę dociskową, gumową uszczelkę i metalowe podkładki po kolei przez przygotowany koniec kabla. Rozłożyć druciki ekranu i ścisnąć go dwoma metalowymi podkładkami. Wsunąć koniec kabla do wnętrza przepustu kablowego i dokręcić nakrętkę dociskową aż do uzyskania szczelnego połączenia.

Każdy pojedynczy przewód podłączyć do odpowiednich zacisków na listwie podłączeniowej pirometru.



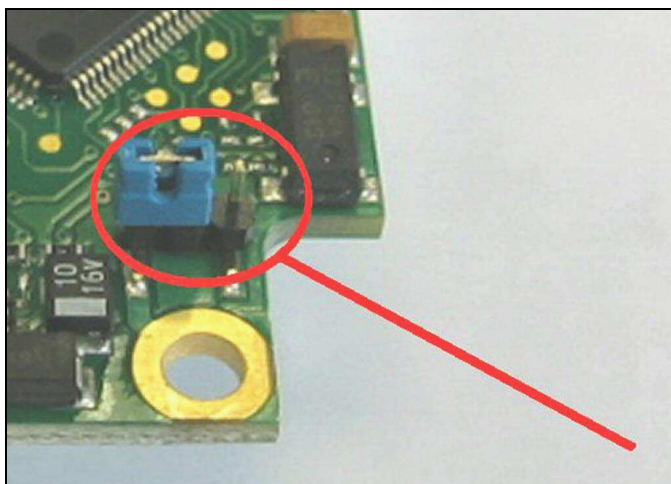
Stosować tylko kable ekranowane. Ekran kabla łączącego głowicę z elektroniką musi być uziemiony.

Podłączanie uzziemienia

Na dole po prawej stronie płyty głównej znajduje się złącze (zworka), która fabrycznie jest ustawiona w pozycji pokazanej na ilustracji (połączone piny lewy i środkowy). W tej pozycji masa zasilania oraz sygnałowa są połączone z obudową elektroniki.

Aby uniknąć pętli uziemienia i związanych z tym zakłóceń sygnału w środowisku przemysłowym, może się okazać konieczne przerwanie tego połączenia. Aby tego dokonać należy przełożyć zworkę w przeciwną pozycję [połączone piny środkowy i prawy].

Gdy wykorzystywane jest wyjście termoparowe połączenie masa-obudowa powinno być zazwyczaj przerwane.



Wyjścia i wejścia

Wyjścia analogowe

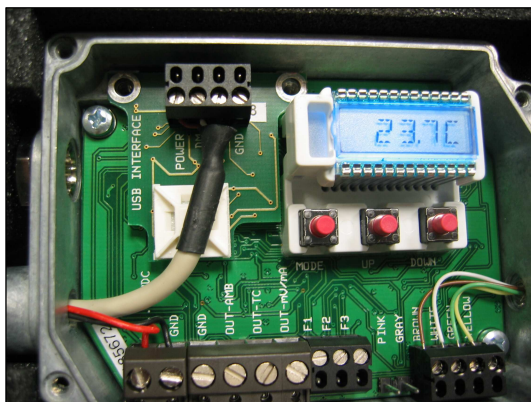
Pirometr CT XL posiada dwa kanały wyjściowe.

Kanał wyjściowy 1

To wyjście jest używane do temperatury obiektu. Wybór sygnału wyjściowego może być dokonany za pomocą przycisków programujących [► Obsługa]. Program CompactConnect pozwala na zaprogramowanie kanału wyjściowego 1 jako wyjścia alarmowego.

Sygnał wyjściowy	Zakres	Pin podłączeniowy na płycie
Napięcie	0...5V	OUT-mV/mA
Napięcie	0...10V	OUT-mV/mA
Prąd	0...20mA	OUT-mV/mA
Prąd	4...20mA	OUT-mV/mA
Termopara	Typ J	OUT-TC
Termopara	Typ K	OUT-TC

Odpowiednio do wybranego sygnału wyjściowego należy wykorzystać odpowiednie zaciski wyjściowe (**OUT-mV/mA** lub **OUT-TC**).



Kanał wyjściowy 2 (tylko LT)

Pin podłączeniowy OUT-AMB jest używany do wyprowadzenia sygnału temperatury głowicy [-20...180°C jako sygnał 0...5 V lub 0...10 V]. Program CompactConnect pozwala na zaprogramowanie kanału wyjściowego 2 jako wyjścia alarmowego.

Zamiast temperatury głowicy THead jako źródło sygnału alarmu można też wybrać temperaturę obiektu TObj lub skrzynki elektroniki TBox.

Interfejsy cyfrowe

Wszystkie pirometry z serii CT mogą być opcjonalnie wyposażone w interfejsy USB, RS232, RS485, CAN Bus, Profibus DP lub Ethernet.

Aby zainstalować interfejs należy w przewidzianym do tego celu miejscu obok wyświetlacza, zainstalować płytkę interfejsu. We właściwej pozycji otwory w płytce interfejsu pasują do gwintowanych otworów w korpusie elektroniki. Teraz należy wcisnąć płytkę w dół, aby ją podłączyć i wykorzystać oba wkręty M3x5, aby ją zamocować. Podłączyć wstępnie zmontowany kabel interfejsu do bloku zacisków na płytce interfejsu.

Proszę przestrzegać uwag zamieszczonych w instrukcjach do odpowiednich interfejsów.

Wyjścia przekąźnikowe

Pirometr CT może być opcjonalnie wyposażony w wyjście przekąźnikowe. Płytkę wyjść przekąźnikowych instaluje się w ten sam sposób, co interfejsy cyfrowe. **Jednoczesna instalacja interfejsu cyfrowego i wyjścia przekąźnikowego nie jest możliwa.** Płytkę wyjść przekąźnikowych zawiera dwa w pełni izolowane przełączniki, które są zdolne do przełączania 60VDC/42VAC_{RMS}, 0.4A DC/AC. Czerwona dioda LED sygnalizuje zwarcie styków.

Progi przełączania są zgodne z wartościami nastaw dla alarmu 1 i 2 [► Alarmy / Alarmy wizualne].

Fabryczne ustawienia domyślne mają następujące wartości:

Alarm 1 = 30°C/ norm. zwarty (alarm dolny) a Alarm 2 = 100°C/ norm. rozzwarty (alarm górny).

Aby wprowadzić ustawienia zaawansowane (zmiana ustawień alarmów) potrzebny jest interfejs cyfrowy (USB, RS232) oraz oprogramowanie CompactConnect.

Wejścia funkcyjne

Trzy wejścia funkcyjne F1...F3 mogą być zaprogramowane wyłącznie za pomocą programu CompactConnect.

- F1 (cyfrowe):** wyzwalacz (poziom 0 V na wejściu F1 kasuje działanie funkcji hold)
- F2 (analogowe):** zewnętrzna regulacja emisyjności [0–10 V: 0 V ► $\varepsilon=0,1$; 9 V ► $\varepsilon=1$; 10 V ► $\varepsilon=1,1$]
- F3 (analog):** zewnętrzna kompensacja temperatury otoczenia / zakres jest skalowany za pomocą programu [0...10 V ► -40...900°C / zakres ustawiony: -20...200°C]
- F1...F3 (cyfrowe):** emisyjność (cyfrowy wybór na podstawie tabeli, nie podłączone wejścia reprezentują poziom wysoki)
Poziom wysoki: $\geq +3\text{ V} \dots +36\text{ V}$
Poziom niski: $\leq +0,4\text{ V} \dots -36\text{ V}$

Alarmy

Pirometry CT XL posiadają następujące funkcje alarmowe:

Wszystkie alarmy (alarm 1, alarm 2, kanał wyjściowy 1 i 2 gdy są używane jako wyjścia alarmowe) posiadają stałą histerezę wynoszącą **2 K**.

Kanał wyjściowy 1 i 2

Aby uaktywnić odpowiedni kanał wyjściowy musi zostać przełączony w tryb cyfrowy. Do tego celu jest potrzebny program **CompactConnect**.

Alarmy wizualne

Te alarmy powodują zmianę koloru podświetlenia wyświetlacza LCD a także zmianę odpowiednich wyjść opcjonalnego modułu wyjść przekaźnikowych. Dodatkowo Alarm 2 może być używany jako wyjście typu otwarty kolektor dostępne na złączu AL2 płyty głównej [24V/50mA].

Fabrycznie są ustawione następujące wartości progów alarmowych:

Alarm 1	30°C	[norm. zwarty / alarm dolny]
Alarm 2	100°C	[norm. rozwarty / alarm górny]

Obydwa alarmy wpływają na kolor świecenia wyświetlacza LCD:

NIEBESKI:	alarm 1 aktywny
CZERWONY:	alarm 2 aktywny
ZIELONY:	obydwa alarmy nieaktywne

Do wprowadzenia ustawień zaawansowanych, takich jak definicja alarmu górnego czy dolnego [poprzez zmianę normalnie rozwarty / normalnie zwarty], wybór źródła sygnału [TObj, THead, TBox] potrzebny jest interfejs cyfrowy (np. RS232, USB) i program CompactConnect.

Obsługa

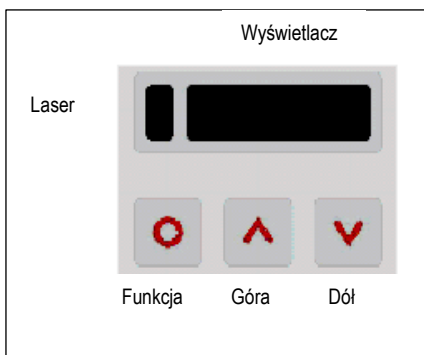
Po włączeniu zasilania pirometr rozpoczyna procedurę inicjalizacyjną trwającą kilka sekund. W tym czasie na wyświetlaczu widnieje komunikat **INIT**. Po zakończeniu tej procedury na wyświetlaczu pojawi się temperatura mierzonego obiektu. Kolor podświetlenia wyświetlacza zmienia się stosownie do ustawień alarmów [► Alarmy/ Alarmy wizualne].

Konfiguracja pirometru

Przyciski programujące , ,  pozwalają użytkownikowi na wprowadzenia ustawień w miejscu zainstalowania pirometru. Wyświetlana jest wartość mierzona albo wybrana funkcja. Za pomocą przycisku  operator uzyskuje podgląd wybranej nastawy lub funkcji, a za pomocą przycisków  i  można zmienić ustawienia parametru funkcjonalnego – zmiana parametru ma działanie natychmiastowe. Jeśli żaden z przycisków nie zostanie naciśnięty przez 10 sekund, wyświetlacz automatycznie powraca do wyświetlania wyliczonej temperatury obiektu (zgodnie z funkcjami przetwarzania sygnału).

Ustawienia fabryczne

Aby przywrócić w pirometrze CT ustawienia fabryczne, należy najpierw nacisnąć przycisk  a następnie  i przytrzymać je wciśnięte jednocześnie przez ok. 3 sekundy. Wyświetlacz pokaże komunikat **RESET** dla potwierdzenia.



Ponowne naciśnięcie przycisku  wywołuje ostatnio używaną funkcję. Funkcje przetwarzania sygnału **maksimum lokalne** i **minimum lokalne** nie mogą być używane jednocześnie.

Wyświetlacz	Tryb [Przykład]	Zakres regulacji
142.3C	Temperatura obiektu (po przetworzeniu sygnału) [142,3 °C]	brak
127CH	Temperatura głowicy [127 °C]	brak
25CB	Temperatura elektroniki [25 °C]	brak
142CA	Aktualna temperatura obiektu [142 °C]	brak
□ MV5	Sygnał wyjściowy kanału 1 [0-5 V]	□0-20 = 0...20 mA/ □4-20 = 4...20 mA/ □MV5 = 0...5 V/ □MV10 = 0...10 V/ □TCJ = termopara J/ □TCK = termopara K
E0.970	Emisyjność [0,970]	0.100 ... 1.100
T1.000	Przepuszczalność [1,000]	0.100 ... 1.100
A 0.2	Uśrednianie sygnału [0,2 s]	A---- = wyłączone/ 0.1...999,9 s
P----	Maksimum lokalne [wyłączone]	P---- = wyłączone / 0.1...999,9 s/ P ∞ = nieskończ.
V----	Minimum lokalne [wyłączone]	V---- = wyłączone / 0.1...999,9 s/ V ∞ = nieskończ.
u 0.0	Dolna granica zakresu [0 °C]	-40,0 ... 975,0 °C/ nieaktywne dla wyjść TCJ i TCK
n 500.0	Górna granica zakresu [500 °C]	-40,0 ... 975,0 °C/ nieaktywne dla wyjść TCJ i TCK
[0.00	Dolna granica sygnału wy. [0 V]	Stosownie do wybranego sygnału wyjściowego
] 5.00	Górna granica sygnału wy. [5 V]	Stosownie do wybranego sygnału wyjściowego
U °C	Jednostka temperatury [°C]	°C/ °F
30.0	Dolny alarm [30 °C]	-40,0 ... 975,0 °C
100.0	Górny alarm [100 °C]	-40,0 ... 975,0 °C
XHEAD	Kompensacja temperatury otoczenia [temperatura głowicy]	XHEAD = temperatura głowicy (kompensacja automatyczna) / -40,0 ... 900,0 °C jako wartość stała dla kompensacji (kompensacja ręczna) – powrót do XHEAD (temperatura głowicy) wciskając jednocześnie przyciski ▲ i ▼
M 01	Adres [1] (tylko dla interfejsu RS485)	01...32
B 9.6	Prędkość transmisji w kbps [9,6]	9,6/ 19,2/ 38,4/ 57,6/ 115,2kbps

MV5 Wybór **sygnału wyjściowego**. Za pomocą ▲ i ▼ można zdefiniować pożądany sygnał wyjściowy [► **Wyjścia i wejścia**].

E0.970 Ustawianie **emisyjności**. Przyciskiem ▲ można zwiększać wartość, a przyciskiem ▼ zmniejszać (dotyczy to również wszystkich kolejnych funkcji). Emisyjność to stała materiałowa opisująca zdolność ciała do emisji promieniowania podczerwonego [► **Emisyjność**].

T1.000 Ustawianie **przepuszczalności**. Ta funkcja jest używana, gdy zastosowano jakiś element optyczny (okienko ochronne, dodatkowa soczewka) pomiędzy czujnikiem a mierzonym

obiektem. Standardowe ustawienie to 1.000 = 100% (jeśli nie jest używana żadna dodatkowa optyka).

A 0.2

Ustawianie czasu uśredniania. Gdy wartość jest ustawiona na 0.0 wyświetlacz wskaże --- (funkcja wyłączona). Funkcja ta wykonuje obliczeń matematycznych w celu wygładzenia sygnału. Wprowadzony czas jest stałą czasową. Funkcja ta może być kombinowana ze wszystkimi pozostałymi funkcjami przetwarzania sygnału.

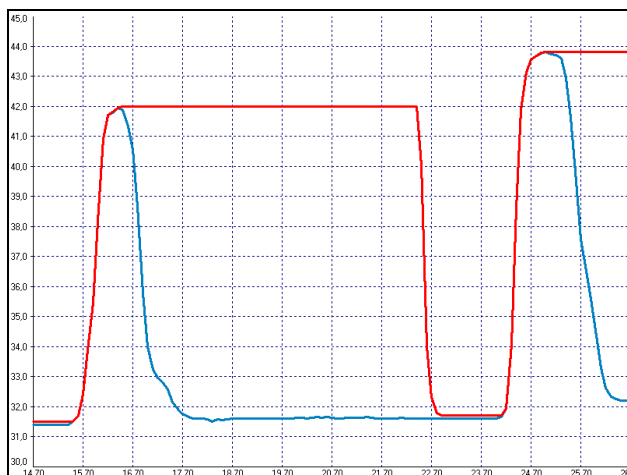
P----

Ustawianie funkcji maksimum lokalne (Peak hold). Gdy wartość jest ustawiona na 0.0 wyświetlacz wskaże --- (funkcja wyłączona). Przy włączonej funkcji pirometr oczekuje na spadek sygnału. Gdy sygnał zaczyna opadać, algorytm zapamiętuje wartość szczytową przez podany okres czasu.

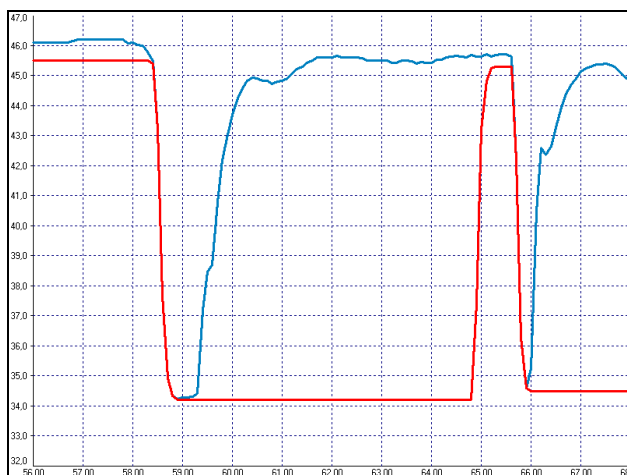
V----

Ustawianie funkcji minimum lokalne (Valley hold). Gdy wartość jest ustawiona na 0.0 wyświetlacz wskaże --- (funkcja wyłączona). Przy włączonej funkcji pirometr oczekuje na wzrost sygnału. Gdy sygnał zaczyna narastać, algorytm zapamiętuje wartość minimum przez podany okres czasu.

Przebiegi sygnałów dla funkcji **Pxxxx** oraz **Vxxxx**



- TObj z włączoną funkcją "maksimum lokalne" (peak hold)
- Temperatura bez przetwarzania sygnału



- TObj z włączoną funkcją "minimum lokalne" (valley hold)
- Temperatura bez przetwarzania sygnału

- u 0.0** Ustawianie **dolnej granicy zakresu pomiarowego**. Minimalna różnica między dolną a górną granicą zakresu wynosi 20K. Jeśli ustawiona dolna granica zakresu jest większa bądź równa od górnej, to górna granica zostanie automatycznie skorygowana na wartość [dolna granica + 20K].
- n 500.0** Ustawianie **górnej granicy zakresu pomiarowego**. Minimalna różnica między dolną a górną granicą zakresu wynosi 20K. Minimalna wartość górnej granicy zakresu wynosi [dolna granica + 20 K].
- [0.00** Ustawianie **dolnej granicy sygnału wyjściowego**. To ustawienie pozwala na przyporządkowanie ściśle określonego poziomu sygnału wyjściowego dla dolnej granicy zakresu temperatury. Zakres ustawienia odpowiada zakresowi wybranego sygnału wyjściowego (np. 0...5V).
-] 5.00** Ustawianie **górnej granicy sygnału wyjściowego**. To ustawienie pozwala na przyporządkowanie ściśle określonego poziomu sygnału wyjściowego dla górnej granicy zakresu temperatury. Zakres ustawienia odpowiada zakresowi wybranego sygnału wyjściowego (np. 0...5V).
- U °C** Ustawianie **jednostki temperatury** [°C lub °F].
- [30.0** Ustawianie **proggu alarmu dolnego**. Ta wartość jest przyporządkowana do alarmu 1 **► Alarmy / alarmy wizualne**] i jest też używana jako wartość progowa dla przekaźnika 1 (o ile jest używana opcjonalna płytką wyjść przekaźnikowych).
- || 100.0** Ustawianie **proggu alarmu górnego**. Ta wartość jest przyporządkowana do alarmu 2 **► Alarmy / alarmy wizualne**] i jest też używana jako wartość progowa dla przekaźnika 2 (o ile jest używana opcjonalna płytką wyjść przekaźnikowych).
- XHEAD** Ustawianie kompensacji temperatury otoczenia. W zależności od wartości emisyjności określona ilość promieniowania otoczenia odbija się od powierzchni obiektu. Aby skompensować ten wpływ, ta funkcja pozwala na ustawienie stałej wartości, która reprezentuje promieniowanie otoczenia.

Jeśli jest wyświetlane **XHEAD**, wartość temperatury otoczenia jest ustalana automatycznie za pomocą czujnika temperatury umieszczonego w głowicy.

Aby powrócić do ustawienia **XHEAD** należy jednocześnie nacisnąć przyciski  i .

Gdy istnieje duża różnica temperatur między temperaturą otoczenia a temperaturą głowicy, użycie **kompensacji temperatury otoczenia** jest szczególnie zalecane.

M 01 Ustawianie **adresu**. Na magistrali RS485 każdy pirometr musi mieć unikalny adres. Ta opcja menu będzie widoczna tylko gdy jest zainstalowana płytki interfejsu RS485.

B 9.6 Ustawianie **prędkości transmisji** dla komunikacji cyfrowej.

S ON Włączenie (S ON) lub wyłączenie (S OFF) opcjonalnego celownika laserowego [► Akcesoria dodatkowe]. Za pomocą przycisków  lub  można podać napięcie 3 VDC na zacisk 3V SW na płycie głównej.

Komunikaty błędów

Wyświetlacz pirometru może wskazywać następujące komunikaty błędów:

- *OVER* przekroczenie górnej granicy zakresu temperatury
- *UNDER* przekroczenie dolnej granicy zakresu temperatury
- *^ ^ ^ CH* zbyt wysoka temperatura głowicy
- *^ ^ ^ CH* zbyt niska temperatura głowicy

Oprogramowanie CompactConnect

Instalacja

Włożyć płytę instalacyjną do napędu CD lub DVD w komputerze. Gdy jest aktywna funkcja automatycznego uruchamiania, program instalacyjny uruchomi się samoczynnie.

Jeśli tak nie jest, należy uruchomić program **setup.exe** z płyty. Postępować zgodnie z poleceniami instalatora aż do zakończenia procedury instalacji programu.

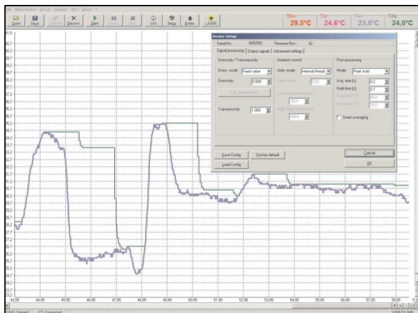
Instalator programu umieszcza ikonę skrótu na pulpicie oraz w menu Start: **[Start]\Programy\CompactConnect**.

Aby odinstalować program z systemu należy użyć ikony **uninstall** w menu Start.

Wymagania systemowe:

- Windows XP
- Interfejs USB lub RS232
- Min. 30 MB wolnego miejsca na dysku
- Min. 128 MB RAM
- Napęd CD lub DVD

Szczegółowa instrukcja obsługi programu znajduje się na płycie CD.



Główne cechy:

- Graficzny wykres przebiegu temperatury i automatyczna rejestracja danych do analizy i dokumentacji
- Pełna konfiguracja funkcji pirometru i zdalne sterowanie
- Ustawianie funkcji przetwarzania sygnału
- Programowanie wyjść i wejść

Ustawienia komunikacyjne

Interfejs szeregowy

Prędkość transmisji:	9.6...115.2kbaud
Liczba bitów danych:	8
Bit parzystości:	brak
Liczba bitów stopu:	1
Sterowanie przepływem:	brak

Protokół

Wszystkie pirometry z serii CT XL używają protokołu binarnego. Alternatywnie możliwe jest przełączenie na protokół ASCII. W celu uzyskania szybszej komunikacji w protokole zrezygnowano ze stosowania dodatkowych bajtów sterujących takich jak CR, LF lub ACK.

Protokół ASCII

Aby włączyć protokół ASCII należy wysłać następujący rozkaz:

Kod dziesiętnie: 131
Kos HEX: 0x83
Dane: 1 bajt
Kod danych: 0 – protokół binarny
1 – protokół ASCII

Zapis ustawień konfiguracyjnych

Po włączeniu zasilania pirometrów CT XL aktywny jest tryb flash. Oznacza to, że zmieniane ustawienie jest zapisywane w nieulotnej wewnętrznej pamięci flash-EEPROM i ustawienie to będzie zachowane nawet po wyłączeniu zasilania. Jeśli ustawienia będą zmieniane bardzo często lub nawet ciągle, można wyłączyć tryb flash następującym poleceniem:

Kod dziesiętnie: 112
Kos HEX: 0x70
Dane: 1 bajt
Kod danych: 1 – dane nie będą zapisywane do pamięci flash
2 – dane będą zapisywane w pamięci flash

Gdy tryb flash jest wyłączony, wszystkie ustawienia będą utrzymywane do momentu wyłączenia zasilania. Gdy urządzenie zostanie wyłączone i ponownie włączone, wszystkie poprzednie ustawienia zostaną utracone. Za pomocą polecenia 0x71 można odczytać aktualny status.

Szczegółowy opis protokołu i rozkazów, znajduje się na płycie CD-ROM z oprogramowaniem w podkatalogu **lCommands**.

Podstawy pomiarów pirometrycznych

Zależnie od temperatury każdy obiekt emituje określoną ilość energii promieniowania podczerwonego. Zmiana temperatury obiektu wywołuje określoną zmianę intensywności tego promieniowania. Do pomiaru "promieniowania termicznego" pirometry używają pasma podczerwieni w zakresie pomiędzy $1\mu\text{m}$ i $20\mu\text{m}$.

Intensywność emitowanego promieniowania zależy od materiału. Ta stała materiałowa jest opisana za pomocą emisyjności, która jest znaną wartością dla większości materiałów (patrz załączona tabela emisyjności).

Pirometry są czujnikami optoelektronicznymi. Wyznaczają temperaturę powierzchni na podstawie natężenie promieniowania podczerwonego emitowanego przez obiekt. Najważniejszą cechą pirometrów jest to, że pozwalają na pomiar bezkontaktowy. Dlatego za ich pomocą można bez żadnych problemów zmierzyć temperaturę obiektów, które są trudno dostępne lub znajdują się w ruchu. Pirometry składają się typowo z następujących podzespołów:

- soczewka
- filtr spektralny
- detektor
- elektronika (wzmacnianie / linearyzacja / przetwarzanie sygnału)

Parametry soczewki wyznaczają charakterystykę optyczną pirometru, którą charakteryzuje rozdzielczość optyczna, czyli stosunek odległości do wielkości pola widzenia.

Filtr spektralny przepuszcza tę część pasma promieniowania, która jest istotna do pomiaru temperatury. Detektor we współpracy z elektroniką przetwarzającą przekształca emitowane promieniowanie podczerwone w sygnał elektryczny.

Emisyjność

Definicja

Natężenie promieniowania podczerwonego, które jest emitowane przez każde ciało, zależy od temperatury jak również od własności fizycznych powierzchni mierzonego obiektu. Emisyjność (ϵ – epsilon) jest używana jako stała materiałowa do opisanie zdolności ciała do emisji energii promieniowania podczerwonego. Może przyjmować wartość od 0 do 100%. "Ciało doskonale czarne" jest idealnym źródłem promieniowania o emisyjności 1,0 podczas gdy powierzchnie lustrzane wykazują emisyjność około 0,1.

Gdy ustawiona emisyjność jest za wysoka, pirometr może wyświetlać wartość temperatury dużo niższą niż rzeczywista – przy założeniu, że mierzony obiekt jest cieplejszy niż otoczenie. Niska emisyjność (powierzchnie lustrzane) wnosi ryzyko uzyskania niedokładnych pomiarów poprzez interferencję promieniowania podczerwonego emitowanego przez obiekty znajdujące się w tle (płomień, urządzenia grzejne, szamoty). Aby zminimalizować błędy w tym przypadku, należy bardzo starannie posługiwać się przyrządem i zabezpieczyć go przed wpływem źródeł promieniowania odbitego.

Wyznaczanie nieznanej emisyjności

- ▶ Najpierw wyznaczyć aktualną temperaturę mierzonego obiektu za pomocą termopary lub czujnika stykowego. Następnie zmierzyć temperaturę za pomocą pirometru i modyfikować emisyjność aż do uzyskania wyniku równego aktualnej temperaturze obiektu.
- ▶ Podczas pomiaru temperatur do 380°C można nakleić specjalną plastikową etykietkę (punkt emisyjności – numer katalogowy: **ACLSED**) na powierzchni mierzonego obiektu. Teraz ustawić w pirometrze emisyjność równą 0.95 i dokonać pomiaru temperatury etykiety. Następnie zmierzyć temperaturę sąsiadującej powierzchni na obiekcie i wyregulować emisyjność tak, aby uzyskać ten sam wynik, co na etykietce. W ten sposób zostanie wyznaczona emisyjność.
- ▶ Pokryć część powierzchni mierzonego obiektu czarną matową farbą do kominków, która odznacza się emisyjnością 0.98. Ustawić emisyjność w pirometrze 0.98 i zmierzyć temperaturę zamalowanej powierzchni. Następnie zmierzyć temperaturę sąsiadującej powierzchni na obiekcie i

wyregulować emisyjność tak, aby uzyskać ten sam wynik, co na obszarze zamalowanym. W ten sposób zostanie wyznaczona emisyjność.

Emisyjności charakterystyczne

Jeśli żadna z powyższych metod nie może zostać zastosowana do wyznaczenia emisyjności, można użyć wartości z tabel (Dodatek A i B). Są to jedynie wartości średnie. Rzeczywista wartość emisyjności materiału zależy od następujących czynników:

- temperatura
- kąt pomiaru
- geometria powierzchni
- grubość materiału
- stan powierzchni (polerowana, utleniona, chropowata, piaskowana)
- pasma spektralnego pomiaru
- przepuszczalności (np. dla cienkich folii)

Dodatek A – Emisyjność Metale

Materiał		Emisyjność			
		1.0µm	1.6µm	5.1µm	8...14µm
Aluminium	(nie utlenione)	0.1-0.2	0.02-0.2	0.02-0.2	0.02-0.1
	(utlenione)	0.4	0.4	0.2-0.4	0.2-0.4
	A3003 (utlenione)		0.4	0.4	0.3
	(chropowate)	0.2-0.8	0.2-0.6	0.1-0.4	0.1-0.3
Chrom	(polerowane)	0.1-0.2	0.02-0.1	0.02-0.1	0.2-0.1
		0.4	0.4	0.03-0.3	0.02-0.2
	(nie utleniona)	0.25	0.1-0.3	0.05	0.05
	Cyna (utleniony)	0.6	0.15	0.1	0.1
Cynk	(polerowany)	0.5	0.05	0.03	0.02
	(stop)	0.5-0.9	0.6-0.9	0.6-0.9	0.7-0.95
Inconel	(utleniony)	0.4-0.9	0.6-0.9	0.6-0.9	0.7-0.95
	(piaskowany)	0.3-0.4	0.3-0.6	0.3-0.6	0.3-0.6
	(polerowany elektrolitycznie)	0.2-0.5	0.25	0.15	0.15
Magnez		0.3-0.8	0.05-0.3	0.03-0.15	0.02-0.1
Miedź	(polerowana)	0.05	0.03	0.03	0.03
	(chropowata)	0.05-0.2	0.05-0.2	0.05-0.2	0.05-0.1
	(utleniona)	0.2-0.8	0.2-0.9	0.5-0.8	0.4-0.8
Molibden	(utleniony)	0.5-0.9	0.4-0.9	0.3-0.7	0.2-0.6
	(nie utleniony)	0.25-0.35	0.1-0.3	0.1-0.15	0.1
Monel (Ni-Cu)		0.3	0.2-0.6	0.1-0.5	0.1-0.14
Mosiądz	(polerowany)	0.35	0.01-0.05	0.01-0.05	0.01-0.05
	(chropowaty)	0.6	0.6	0.5	0.5
Nikiel	(utleniony)	0.8-0.9	0.4-0.7	0.3-0.6	0.2-0.5
	(elektrolityczny)	0.2-0.4	0.1-0.3	0.1-0.15	0.05-0.15
Ołów	(polerowany)	0.35	0.05-0.2	0.05-0.2	0.05-0.1
	(chropowaty)	0.65	0.6	0.4	0.4
	(utleniony)		0.3-0.7	0.2-0.7	0.2-0.6
Platyna	(czarna)		0.95	0.9	0.9
Rtęć			0.95	0.9	0.9
Srebro		0.04	0.02	0.02	0.02
Stal	(zimnowalcowana)	0.8-0.9	0.8-0.9	0.8-0.9	0.7-0.9
	(ciężkie blachy)			0.5-0.7	0.4-0.6
	(blachy polerowane)	0.35	0.25	0.1	0.1
	(płynna)	0.35	0.25-0.4	0.1-0.2	
	(utleniona)	0.8-0.9	0.8-0.9	0.7-0.9	0.7-0.9
Tytan	(odrdzewiona)	0.35	0.2-0.9	0.15-0.8	0.1-0.8
	(polerowany)	0.5-0.75	0.3-0.5	0.1-0.3	0.05-0.2
	(utleniony)		0.6-0.8	0.5-0.7	0.5-0.6
Wolfram	(polerowany)	0.35-0.4	0.1-0.3	0.05-0.25	0.03-0.1
Złoto		0.3	0.01-0.1	0.01-0.1	0.01-0.1
Żelazo	(utlenione)	0.7-0.9	0.5-0.9	0.6-0.9	0.5-0.9
	(nie utlenione)	0.35	0.1-0.3	0.05-0.25	0.05-0.2
	(płynne)	0.35	0.4-0.6		

	(kute)	0.9	0.9	0.9	0.9
Żeliwo	(utlenione)	0.9	0.7-0.9	0.65-0.95	0.6-0.95
	(nie utlenione)	0.35	0.3	0.25	0.2
	(płynne)	0.35	0.3-0.4	0.2-0.3	0.2-0.3

Dodatek B – Emisyjność

Niemetale

Materiał	Emisyjność			
	1.0μm	2.2μm	5.1μm	8...14μm
Asfalt			0.95	0.95
Azbest	0.9	0.8	0.9	0.95
Bazalt			0.7	0.7
Beton	0.65	0.9	0.9	0.95
Ceramika	0.4	0.8-0.95	0.8-0.95	0.95
Drewno naturalne			0.9-0.95	0.9-0.95
Farba (nie alkaliczna)				0.9-0.95
Gips			0.4-0.97	0.8-0.95
Gleba				0.9-0.98
Guma			0.9	0.95
Karborund		0.95	0.9	0.9
Papier (dowolny kolor)			0.95	0.95
Piasek			0.9	0.9
Szkło (płyty)		0.2	0.98	
		0.4-0.9	0.9	
Śnieg				0.9
Tkaniny			0.95	0.95
Tworzywa szt. przezroczyste >0.5mm			0.95	0.95
Wapień			0.4-0.98	0.98
Węgiel (nie utleniony)		0.8-0.9	0.8-0.9	0.8-0.9
		0.8-0.9	0.7-0.9	0.7-0.8
Woda				0.93
Żwir			0.95	0.95