

INSTRUKCJA OBSŁUGI

DTR

Czujniki temperatury rezystancyjne i termoelektryczne
w wykonaniu płaszczowym

Seria: TRP-..., TTP-...



1. Bezpieczeństwo

Informacje dotyczące naszych produktów i urządzeń a także naszych instalacji i procesów technologicznych są wynikami obszernych prac badawczo - naukowych i doświadczenia użytkowników. Przekazujemy te wyniki, nie przejmując równocześnie odpowiedzialności, wykraczającej poza zasięg treści każdej pojedynczej umowy, w formie ustnej i pisemnej według naszej najlepszej wiedzy. Równocześnie zastrzegamy sobie jednak możliwość wprowadzenia zmian technicznych, wynikających z rozwoju produktów.

Oprócz tego nasz Dział Techniczny stoi na życzenie Państwa do dyspozycji w kwestii dalszych porad, a także współdziałania w poszukiwaniu rozwiązań w zakresie problematyki produkcyjnej i technologii użytkowania.

Fakt ten nie zwalnia jednak użytkownika od jego obowiązku sprawdzenia naszych informacji i poleceń przed każdorazowym zastosowaniem w zakresie przydatności.

Fakt ten obowiązuje w szczególności dla dostaw zagranicznych w zakresie przestrzegania praw ochronnych osób trzecich, a także użycia i sposobów postępowania, które nie zostały przez nas przedstawione stanowczo w formie pisemnej.

W przypadku szkody nasza odpowiedzialność ogranicza się do świadczeń odszkodowawczych, przewidzianych dla wad jakości i przedstawionych w naszych Ogólnych Warunkach Sprzedaży i Dostawy.

1.1 Informacje ogólne dotyczące bezpieczeństwa

W rozdziale pt. "Bezpieczeństwo" zostają przedstawione aspekty bezpieczeństwa, które należy uwzględnić w zakresie eksploatacji urządzenia.

Urządzenie to zostało skonstruowane z uwzględnieniem tymczasowo obowiązujących zasad techniki i jest pewne w eksploatacji. Urządzenie zostało sprawdzone i opuściło zakład jako bezpieczne pod względem technicznym. Aby zapewnić bezpieczeństwo podczas eksploatacji należy przestrzegać wskazań niniejszej instrukcji.

Należy koniecznie przestrzegać ogólnych przepisów dotyczących bezpieczeństwa eksploatacji urządzeń. Oprócz tych ogólnych informacji poszczególne rozdziały niniejszej instrukcji zawierają także opisy i instrukcje działania wraz z konkretnymi wskazaniami dotyczącymi bezpieczeństwa.

Przestrzeganie wszystkich wskazań i instrukcji dotyczących bezpieczeństwa umożliwi ochronę personelu i otoczenia naturalnego przed zagrożeniami i umożliwi bezpieczną i bezzakłócenkową eksploatację tego urządzenia.

1.2 Zastosowanie zgodne z przeznaczeniem

Czujniki temperatury stosuje się w zakresie pomiaru temperatury w różnego rodzaju zastosowaniach procesowych. Termometry oporowe względnie termoelementy mogą zostać zastosowane wraz z lub bez rury ochronnej.

1.3 Techniczne wartości graniczne

Urządzenie przeznaczone jest wyłącznie do zastosowania w obrębie technicznych wartości granicznych, podanych na tabliczkach identyfikacyjnych i kartach katalogowych.

Należy przestrzegać następujących wartości granicznych:

- Nie wolno przekraczać maksymalnej temperatury roboczej.
- Nie wolno przekraczać dopuszczalnej temperatury otoczenia.
- Należy przestrzegać zasad rodzaju zabezpieczenia korpusu.

1.4 Postanowienia gwarancyjne

Zastosowanie niezgodne z przeznaczeniem, nie dostosowanie się do niniejszej instrukcji, zastosowanie personelu bez wystarczających kwalifikacji a także samowolne manipulacje wykluczają odpowiedzialność producenta za szkody, powstałe z tego powodu. Rękojmia producenta gaśnie.

1.5 Obowiązki użytkownika

- Przed zastosowaniem korozyjnych i abrazyjnych materiałów pomiarowych użytkownik musi upewnić się o odporności odpowiednich elementów konstrukcji, mających kontakt z tymi materiałami. Firma TERMOAPARATURA chętnie udzieli pomocy w kwestii wyboru, nie może przejmować jednak żadnej odpowiedzialności.
- Przestrzegać przede wszystkim obowiązujących w kraju użytkownika krajowych przepisów dotyczących kontroli działania, naprawy i konserwacji sprzętu elektrycznego.

1.6 Kwalifikacje personelu

Instalację, uruchomienie i konserwację wykonywać może jedynie przeszkolony personel, autoryzowany w tym celu przez użytkownika instalacji. Personel ten musi przeczytać i zrozumieć niniejszą instrukcję obsługi oraz przestrzegać jej wskazówek.

1.7 Wskazówki odnośnie bezpieczeństwa w zakresie transportu

Należy przestrzegać następujących wskazań:

- Nie wystawiać urządzenia podczas transportu na działanie wilgoci. Urządzenie należy odpowiednio opakować.
- Urządzenie należy opakować w taki sposób, aby zostało podczas transportu chronione przed wstrząsami, przykładowo przy pomocy opakowania z pęcherzykami powietrznymi.

Przed instalacją urządzenia należy sprawdzić je pod kątem możliwych uszkodzeń, mogących powstać na skutek niefachowego transportu. Szkody, powstałe na skutek transportu, muszą zostać odnotowane w

dokumentach przewozowych. Wszelkich roszczeń o odszkodowanie należy niezwłocznie dochodzić w stosunku do spedytora – jeszcze przed zainstalowaniem.

1.8 Wskazówki odnośnie bezpieczeństwa w zakresie instalacji elektrycznej

Podłączenie elektryczne tego urządzenia może zostać wykonane jedynie przez autoryzowanych elektryków według planów elektrycznych.

Należy przestrzegać wskazań niniejszej instrukcji odnośnie podłączenia elektrycznego, w innym przypadku może zostać naruszony rodzaj zabezpieczenia elektrycznego.

Bezpieczne odseparowanie obwodów elektrycznych niebezpiecznych pod kątem dotyku zostaje jedynie wtedy zapewnione, jeżeli podłączone urządzenia spełniają wymogi normy VDE 0106 T.101 (wymogi podstawowe bezpiecznych separacji).




W kwestii bezpiecznej separacji przewody doprowadzające układać oddzielnie od obwodów elektrycznych niebezpiecznych pod kątem dotyku lub dodatkowo izolować.

2. Konstrukcja i sposób działania

2.1 Informacje ogólne

Dostarczane przez nas termometry to termometry w całości gotowe do użytku względnie zabudowania.

Te termoelementy i termometry oporowe są urządzeniami bardzo czułymi, zawierającymi ewentualnie wewnętrzne elementy konstrukcji ze szkła lub ceramiki. Należy obchodzić się z nimi ze stosowną ostrożnością.

-  Podczas dostawy termometrów należy zwrócić uwagę na to, aby zostały wypakowane wszystkie ewentualnie luźno zapakowane elementy.
-  Długie termometry należy wspierać w kilku miejscach i podnosić je i transportować w odpowiedni sposób. Należy podczas montażu pracować także z odpowiednią starannością.
-  Przed zamontowaniem należy termometry odpowiednio sprawdzić (patrz 5.1) w celu wykluczenia szkód, mogących powstać podczas transportu.

Czujniki płaszczowe są szczególnie odporne na drgania, wstrząsy, można je wyginać bez obawy spowodowania zwarcia. W związku z powyższym znajdują szerokie zastosowanie w miejscach trudnodostępnych, do montażu w małych elementach oraz wszędzie tam, gdzie zależy nam na zastosowaniu elementów pomiarowych giętkich, o małych średnicach i małej bezwładności cieplnej. Stosowane są zarówno w pomiarach przemysłowych jak i laboratoryjnych.

Z wyżej wymienionych względów zakres stosowania czujników płaszczowych jest wyjątkowo szeroki. Stosuje się je w technice jądrowej, w przemyśle chemicznym i petrochemicznym, budownictwie przemysłowym, w budowie maszyn i urządzeń, energetyce, hutnictwie, przetwórstwie tworzyw sztucznych, itp.

Przewód płaszczowy wykonany jest w formie cienkiej rurki zwanej płaszczem, wewnątrz której, otoczone silnie sprasowanym materiałem izolacyjnym (np. tlenkiem magnezu), znajduje się od dwóch do ośmiu drutów niklowych lub termoelektrycznych. Na jednym końcu przewodu druty termoelektryczne łączy się w spoinę pomiarową, a do przewodów niklowych przyłącza się rezystor.

Element pomiarowy czujnika reaguje na zmianę temperatury ośrodka zmianą rezystancji (rezystor termometryczny) lub siły elektromotorycznej SEM (termoelement). Zmiany te są zgodne z charakterystykami termometrycznymi określonymi w normach:

- dla rezystorów termometrycznych Pt100 PN-EN 60751
- dla termoelementów PN-EN 60584

Termoelementy i czujniki rezystancyjne, w zależności od rodzaju zabudowy drugiego końca płaszczu, posiadają następujące odmiany:

- wolne końce o długości 30mm (**BT**)
- płaszcz zakończony tuleją z pojedynczymi przewodami w izolacji teflonowej 100mm (**T**)
- płaszcz zakończony wtykiem miniaturowym (**BTW**) lub standard (**BTWs**)
- płaszcz zakończony gniazdem typu LEMO® (**WL**)

- płaszcz zakończony tuleją ze sprężyną i przewodem kompensacyjnym (**TKb**)
- jw., przewód zakończony wtykiem miniaturowym (**TKbW**) lub standard (**TKbWs**)
- jw., przewód zakończony gniazdem typu LEMO® (**TKbWL**)
- czujnik BT zakończony kotnierzem z kostką zaciskową - (wkład płaszczowy typu **WIP.., W2..**)
- wkład jw. zabudowany w głowicy typu NA - (czujnik płaszczowy typu **TRP-...-NA, TTP-...-NA**)

Podstawowe dane techniczne:	
Typ rezystora termometrycznego	1x lub 2xPt100, Pt500, Pt1000 klasa A lub B zgodnie z PN-EN 60751 1x lub 2xNi100, Ni500, Ni1000 klasa B zgodnie z DIN 43760
Rodzaj linii przyłączeniowej rezystora	2-, 3-, 4-przewodowa
Typ termopary	Fe-CuNi (J) NiCr-NiAl (K) NiCrSi-NiSi (N) Cu-CuNi (T) (E) PtRh10%-Pt (S) PtRh13%-Pt (R) PtRh30%-PtRh6% (B) klasa 1 lub 2 zgodnie z PN-EN 60584-2
Typ spoiny pomiarowej	odizolowana (SO, SOB), uziemiona (SP) lub wyeksponowana (SW)
Dopuszczalna temperatura pracy głowicy	+100°C (uszczelka gumowa)
Stopień ochrony obudowy	IP54 głowica MA IP55 głowica B IP65 głowice BEG, NA, DAN, DANW
Standardowy wymiar dławika	M16x1.5 dla głowicy MA M20x1.5 dla głowic B, BEG, NA, DAN, DANW
Dopuszczalne wibracje	5 do 80 Hz, do 5g
Dopuszczalne ciśnienie pracy	4 MPa (40 bar)
Temperatura powietrza otaczającego tulejkę (TKb, TKbW, TKbWs, TKbWL)	-40 .. +150°C (opcjonalnie wykonanie do +250°C lub +400°C)
Minimalny promień gięcia płaszczu	3 x średnica

Maksymalna temperatura stosowania czujników rezystancyjnych płaszczowych

Średnica płaszczka [mm]	Element pomiarowy	Materiał płaszczka	Rodzaj rezystora	Zakres pomiarowy
Ø1.5	Ni100..Ni1000	AISI304 / AISI316 / AISI321	cienkowarstwowy	-50 .. +180°C
	Pt100..Pt1000			-50 .. +400°C
Ø2.0	Ni100..Ni1000			-50 .. +180°C
	Pt100..Pt1000			-50 .. +400°C
Ø3.0 ÷ Ø8.0	Ni100..Ni1000			-50 .. +180°C
	Pt100..Pt1000			-50 .. +550°C
	Pt100	ceramiczny -200 .. +600°C		

Maksymalna temperatura stosowania czujników termoelektrycznych płaszczowych

Średnica płaszczka [mm]	Typ termopary	Materiał płaszczka	Maksymalna zalecana temperatura pracy
Ø1.0	J, K, N	AISI304 / AISI316 / AISI321 / Inconel® 600	+800°C
	T	AISI304 / AISI316 / AISI321	+350°C
	E	AISI304 / AISI316 / AISI321 / Inconel® 600	+800°C
Ø1.5	K, N, R, S	Inconel® 600	+1100°C
	J, K, E	AISI304 / AISI316 / AISI321	+800°C
	T	AISI304 / AISI316 / AISI321	+350°C
	K, N	XL-SUPERCLAD / Pyrosil® D	+1250°C
Ø3.0	K, N, R, S	Inconel® 600	+1150°C
	J, K, E	AISI304 / AISI316 / AISI321	+800°C
	T	AISI304 / AISI316 / AISI321	+350°C
	K, N	XL-SUPERCLAD / Pyrosil® D	+1250°C
Ø6.0	K, N, R, S	Inconel® 600	+1150°C
	J, K, E	AISI304 / AISI316 / AISI321	+800°C
	T	AISI304 / AISI316 / AISI321	+350°C
	K, N	XL-SUPERCLAD / Pyrosil® D	+1250°C
	K, N	AISI446	+1200°C

Materiały płaszcz

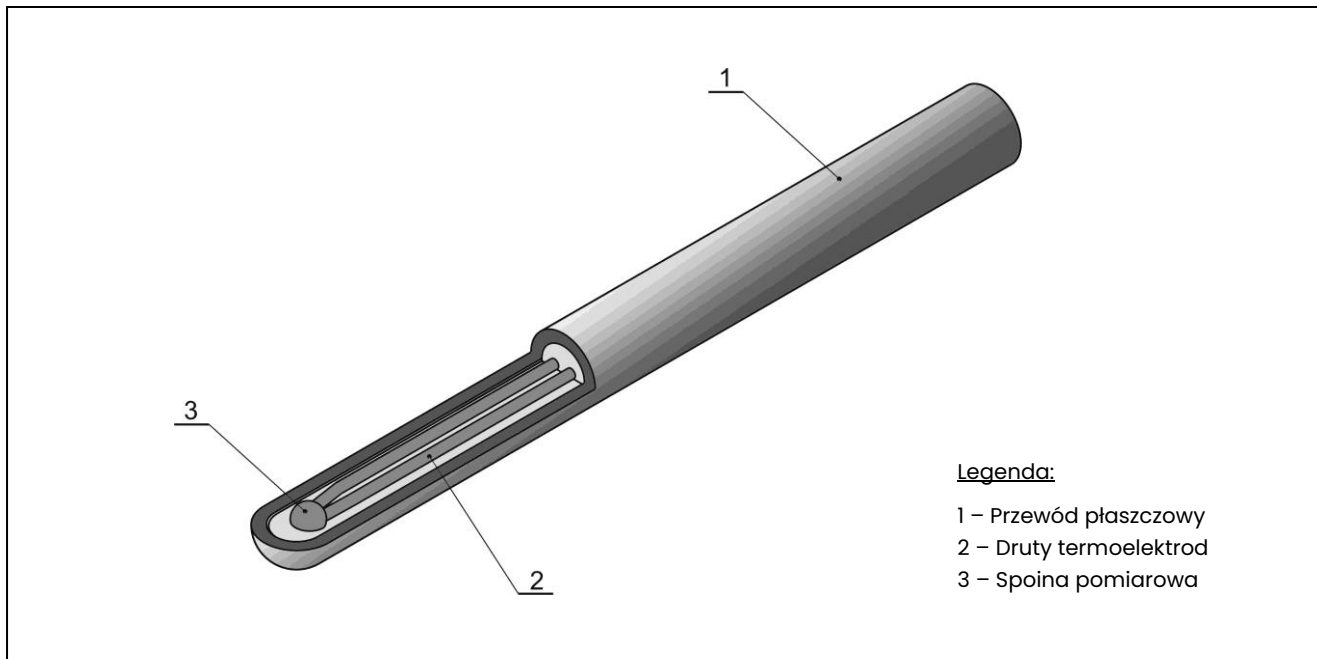
Maksymalna temperatura	Materiał	Właściwości materiału	Zastosowanie
+800°C	1.4301 (AISI304) 1.4306 (AISI304L)	Materiały 1.4301 oraz 1.4306 charakteryzują się różną zawartością węgla, oraz odmienną odpornością na działanie korozji międzykrystalicznej. Posiadają dobrą odporność na kwasy organiczne w umiarkowanych temperaturach, oraz roztwory soli, takie jak siarczany, siarczki oraz siarczyny, jak również na roztwory alkaliczne w umiarkowanych temperaturach. Cechują się również dobrą spawalnością. Zastosowanie obróbki pospawalniczej zazwyczaj nie jest konieczne, zwłaszcza dla 1.4306.	Aparatura chemiczna, nuklearna, przemysł włókienniczy i papierniczy, przemysł tłuszczowo-mydlarski, przemysł spożywczy, mleczarnie i browary, przemysł produkcji kwasu azotowego.
+800°C	1.4404 (AISI316L)	W wyniku zastosowania domieszki molibdenu, materiał ten cechuje się podwyższoną odpornością na korozję w środowisku kwasów nie utleniających się, takich jak kwas octowy, kwas winowy, kwas fosforowy, kwas siarkowy, oraz innych. Charakteryzuje się również podwyższoną odpornością na korozję wżerową. Dobra spawalność. Obróbka pospawalnicza nie jest wymagana.	Przemysł siarkowy, celulozowy, włókienniczy, barwiarski, produkcji kwasu tłuszczowego, przemysł mydlarski oraz farmaceutyczny.
+800°C	1.4541 (AISI321)	Wykazuje dużą odporność na korozję międzykrystaliczną, również po spawaniu. Dobra odporność na oleje ciężkie, parę wodną oraz gazy spalinowe. Duża odporność na utlenianie. Może być stosowana w temperaturze do 8000C. Cechuje się dobrą spawalnością we wszystkich standardowych procesach spawalniczych bez konieczności stosowania obróbki pospawalniczej. Dobra plastyczność.	Elementy konstrukcyjne dla przemysłu nuklearnego oraz reaktorów, aparatura chemiczna, piece do wyżarzania, wymienniki ciepła, przemysł papierniczy i włókienniczy, przemysł petrochemiczny i rafineryjny, przemysł tłuszczowo-mydlarski, przemysł spożywczy.
+800°C	1.4571 (AISI316Ti)	Stal z dodatkiem molibdenu charakteryzująca się podwyższoną odpornością na korozję w środowiskach kwasowych. Charakteryzuje się	Nadaje się do elementów konstrukcyjnych przyrządów nuklearnych oraz reaktorów, aparatów przemysłu

Maksymalna temperatura	Materiał	Właściwości materiału	Zastosowanie
		<p>odpornością na korozję wżerową, wodę morską oraz odporność na działanie środowisk agresywnych. Może być stosowana w temperaturze do ok. 800°C.</p> <p>Cechuje się dobrą spawalnością we wszystkich standardowych procesach spawalniczych bez konieczności stosowania obróbki pospawalniczej. Dobra plastyczność.</p>	chemicznego, do konstrukcji pieców, przemysłu chemicznego i farmaceutycznego.
+1200°C	1.4749 1.4672 (AISI446)	<p>Bardzo dobra odporność na atmosferę redukującą zawierającą siarkę. Bardzo dobra odporność na utlenianie i powietrze. Dobra odporność korozję wobec popiołów po spawaniu, miedź, ołów oraz cynę.</p> <p>Dobra spawalność metodą łukową oraz TIG. Ogrzewanie wstępne do temperatury 200 – 400°C. Nie wymagana obróbka cieplna po spawaniu.</p>	Przemysł petrochemiczny, hutniczy, technologia zarządzania mocą, rekuperatory, piece do obróbki cieplnej, instalacje wirowe, piece do spoielania odpadów.
+1150°C	1.4841 (AISI314)	<p>Znakomita odporność na korozję, również w wysokich temperaturach. Dobre zastosowanie również w atmosferze zawierającej węgiel i siarkę. Odporność na utlenianie w powietrzu do 1000°C (praca przerywana) lub 1150°C (praca ciągła). Nadaje się do wyżarzania wahadłowego. Materiał zalecany dla długotrwałego ciągłego użytkowania w zakresie temperatur od 425 – 850°C.</p> <p>Dobra spawalność metodą łukową. Nie wymagana obróbka cieplna po spawaniu. Dobra plastyczność. Po dłuższym użytkowaniu materiał staje się łamliwy.</p>	Kotły oraz wielkie piece, piece do wypalania klinkieru cementowego oraz cegieł, produkcja szkła, przemysł petrochemiczny i rafineryjny, konstrukcje pieców oraz elektrowni.

Maksymalna temperatura	Materiał	Właściwości materiału	Zastosowanie
+1150°C	2.4816 (Inconel® 600)	<p>Dobra ogólna odporność na korozję, odporność na korozję naprężeniową. Bardzo dobra odporność na utlenianie. Nie zalecany z gazami zawierającymi CO₂ oraz siarkę powyżej 550°C, oraz sól powyżej 750°C. Dla pracy w powietrzu odporny do temperatury 1150°C.</p> <p>Cechuje się dobrą spawalnością we wszystkich standardowych procesach. Znakomita plastyczność nawet przy długotrwałym stosowaniu.</p>	<p>Reaktory z wodą pod ciśnieniem, elektrownie, konstrukcje pieców, przemysł tworzyw sztucznych, obróbka cieplna, przemysł papierniczy i spożywczy, kotły, silniki lotnicze.</p>
+1250°C	Pyrosil® D	<p>Materiał ten zapewnia wyjątkową wytrzymałość mechaniczną, dobrą odporność na korozję oraz niski dryft dla termopar typu N oraz K. Temperatura zalecana do ciągłego użycia powinna wynosić do 1250°C, a przy krótkim użyciu do 1300°C, mimo iż może to mieć wpływ na skrócenie żywotności elementu.</p> <p>W niektórych przypadkach, termopary w osłonie Pyrosil® mogą zastąpić termopary typu R oraz S, przyczyniając się do znacznej minimalizacji kosztów.</p>	<p>Obróbka cieplna, przetwórstwo chemiczne i petrochemiczne, piece, stalownie, gazy spalinowe (zwłaszcza w piecach anodowych), przemysł ceramiczny, motoryzacyjny, energetyczny, oraz w ogólnych procesach przemysłowych.</p>

2.1 Termoelementy

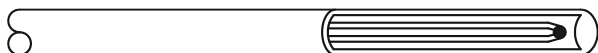
Termoelementy mogą składać z 1, 2 i czasami nawet 3 termoogniw. Spoina pomiarowa termoelementu jest najczęściej izolowana, może jednak także zostać połączona z obudową.



Czujniki termoelektryczne ze spoiną odizolowaną zalecane są do pomiaru temperatury w środowiskach agresywnych korozyjnie, w których jest pożądane by termoelement był izolowany elektrycznie i osłaniany przez osłonę. Ze spoiną uziemioną zalecane są do pomiaru temperatur statycznych lub temperatur przepływających gazów i cieczy nieagresywnych korozyjnie, jeżeli wymagana jest szybka reakcja na zmianę temperatury.

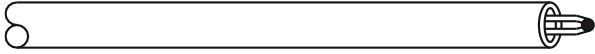
2.1.1 Rodzaje spoin pomiarowych

SPOINA ODIZOLOWANA OD PŁASZCZA



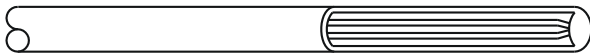
Spoina termopary jest w pełni odizolowana od płaszczka, który jest szczelnie zaspawany. Jest to standardowy rodzaj spoiny ze względu na możliwość stosowania termopar w pobliżu urządzeń mogących wytwarzać pole elektromagnetyczne, które powoduje zakłócenia przy innych rodzajach spoin pomiarowych.

SPOINA WYEKSPONOWANA Z PŁASZCZA



Spoina termopary jest szczelnie wyeksponowana od płaszcza, zapewnia to bardzo szybki czas reakcji na zmianę temperatury. Brak ochrony drutów termoparowych w kontakcie z cieczami i gazami.

SPOINA UZIEMIONA DO PŁASZCZA



Spoina termopary połączona z denkiem, które jest szczelnie zaspawane z płaszczem. Zapewnia to krótki czas reakcji na zmianę temperatury, przy zachowaniu ochrony na zewnętrzne czynniki środowiska (ciecze, gazy).

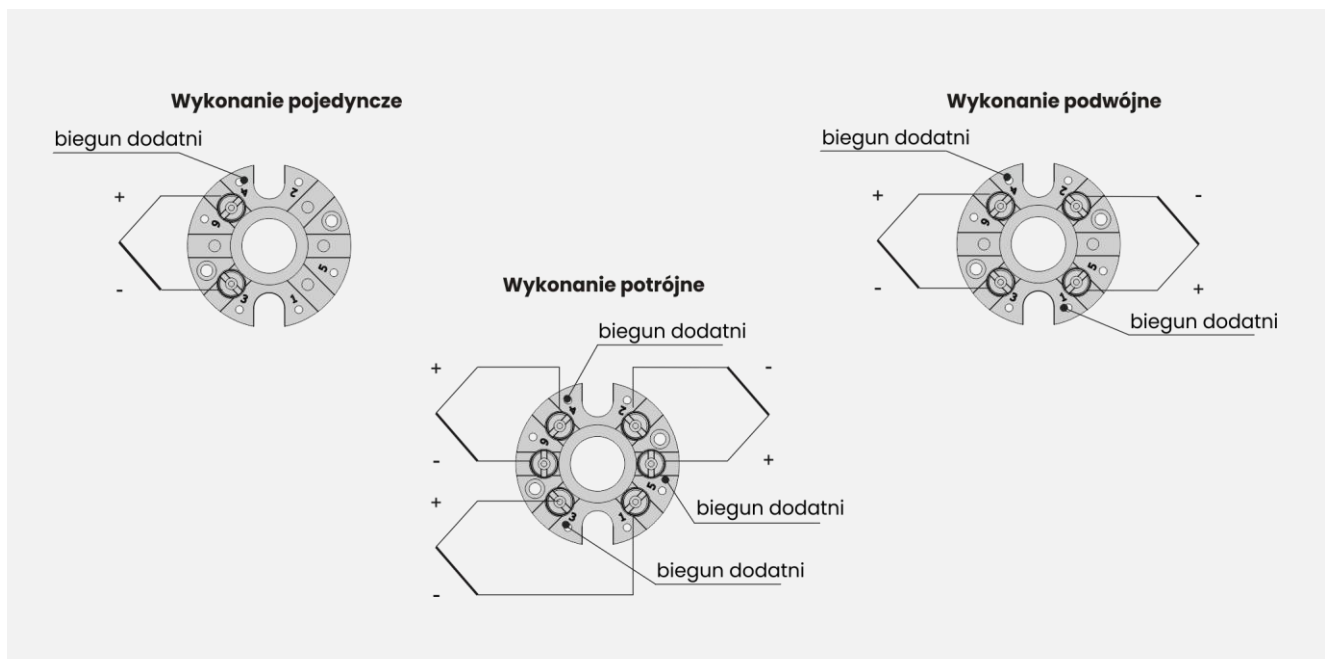
2.1.2 Przewody kompensacyjne

Połączenie pomiędzy termoelementem i urządzeniem pomiarowym jest wykonane przez przewód kompensacyjny. Należy koniecznie podłączać przewody kompensacyjne dostosowane do tych termoelementów o poprawnej biegunowości. Przewody te należy układać w odstępach przynajmniej 0,5 m od linii zasilających, najlepiej we własnych kanałach kablowych. Skręcane i osłonięte przewody ograniczają zakłócenia magnetyczne i elektryczne. Na kostce zaciskowej biegun dodatni oznaczony jest czerwoną kropką.

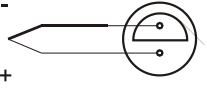
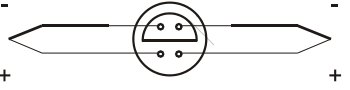
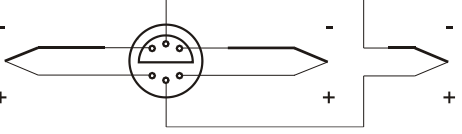
Norma	Rodzaj elementu			Materiał przewodu kompensacyjnego			Oznaczenie barwne		
	Typ	Biegun+	Biegun-	Kod	Biegun+	Biegun-	Izolacja żył		Płaszcz
							Biegun+	Biegun-	
IEC 584-3 DIN 43722 JIS C1610	T	Cu	CuNi	TX	Cu	CuNi	brązowy	biały	brązowy
	E	NiCr	CuNi	EX	NiCr	CuNi	fioletowy	biały	fioletowy
	J	Fe	CuNi	JX	Fe	CuNi	czarny	biały	czarny
	K	NiCr	Ni	KX	NiCr	Ni	zielony	biały	zielony
	K	NiCr	Ni	KC A	Fe	CuNi	zielony	biały	zielony
	K	NiCr	Ni	KC B	Cu	CuNi	zielony	biały	zielony
	N	NiCrSi	NiSi	NX	NiCrSi	NiSi	różowy	biały	różowy
	N	NiCrSi	NiSi	NC	E-Cu	CuNiMn	różowy	biały	różowy
	R / S	Pt13/10Rh	Pt	RCA / SCA	E-Cu	CuNiMn	pomarań	biały	pomarań.
	R / S	Pt13/10Rh	Pt	RCB / SCB	E-Cu	CuNiMn	pomarań	biały	pomarań.
B	Pt30Rh	Pt6Rh	BC	CuMn	E-Cu	szary	biały	szary	
ANSI MC 96.1	T	Cu	CuNi	TX	Cu	CuNi	niebieski	czerwony	niebieski
	E	NiCr	CuNi	EX	NiCr	CuNi	purpura	czerwony	purpura
	J	Fe	CuNi	JX	Fe	CuNi	biały	czerwony	czarny
	K	NiCr	Ni	KX	NiCr	Ni	żółty	czerwony	żółty
	R / S	Pt13/10Rh	Pt	RX/SX	E-Cu	CuNiMn	czarny	czerwony	zielony
	B	Pt30Rh	Pt6Rh	BX	CuMn	E-Cu	szary	czerwony	szary
NF C42-324 - 1985	T	Cu	CuNi	TX/C	Cu	CuNi	żółty	niebieski	niebieski
	E	NiCr	CuNi	EX/C	NiCr	CuNi	żółty	pomarań	pomarań.
	J	Fe	CuNi	JX/C	Fe	CuNi	żółty	czarny	czarny
	K	NiCr	Ni	KX/C	NiCr	Ni	żółty	fioletowy	fioletowy
	K	NiCr	Ni	VC	Cu	CuNi	żółty	brązowy	brązowy
	K	NiCr	Ni	WC	Fe	CuNi	żółty	biały	biały
	R / S	Pt13/10Rh	Pt	SC	E-Cu	CuNiMn	żółty	zielony	zielony
	B	Pt30Rh	Pt6Rh	BC	CuMn	E-Cu	żółty	szary	szary
DIN	U	Cu	CuNi		Cu	CuNi	czerwony	brązowy	brązowy

43714 - 1979	L	Fe	CuNi		Fe	CuNi	czerwony	niebieski	niebieski
	K	NiCr	Ni		Fe	CuNiMn	czerwony	zielony	zielony
	R / S	PtRh	Pt		E-Cu	CuNiMn	czerwony	biały	biały
BS 4937	T	Cu	CuNi		Cu	CuNi	biały	niebieski	niebieski
	J	Fe	CuNi		Fe	CuNi	żółty	niebieski	czarny
	E	NiCr	CuNi		NiCr	CuNi	brązowy	niebieski	brązowy
	K	NiCr	Ni		NiCr	Ni	brązowy	niebieski	czerwony
	K	NiCr	Ni		E-Cu	CuNiMn	biały	niebieski	czerwony
	R / S	PtRh	Pt		E-Cu	CuNiMn	biały	niebieski	zielony

2.1.3 Schemat podłączenia termopar na kostce zaciskowej

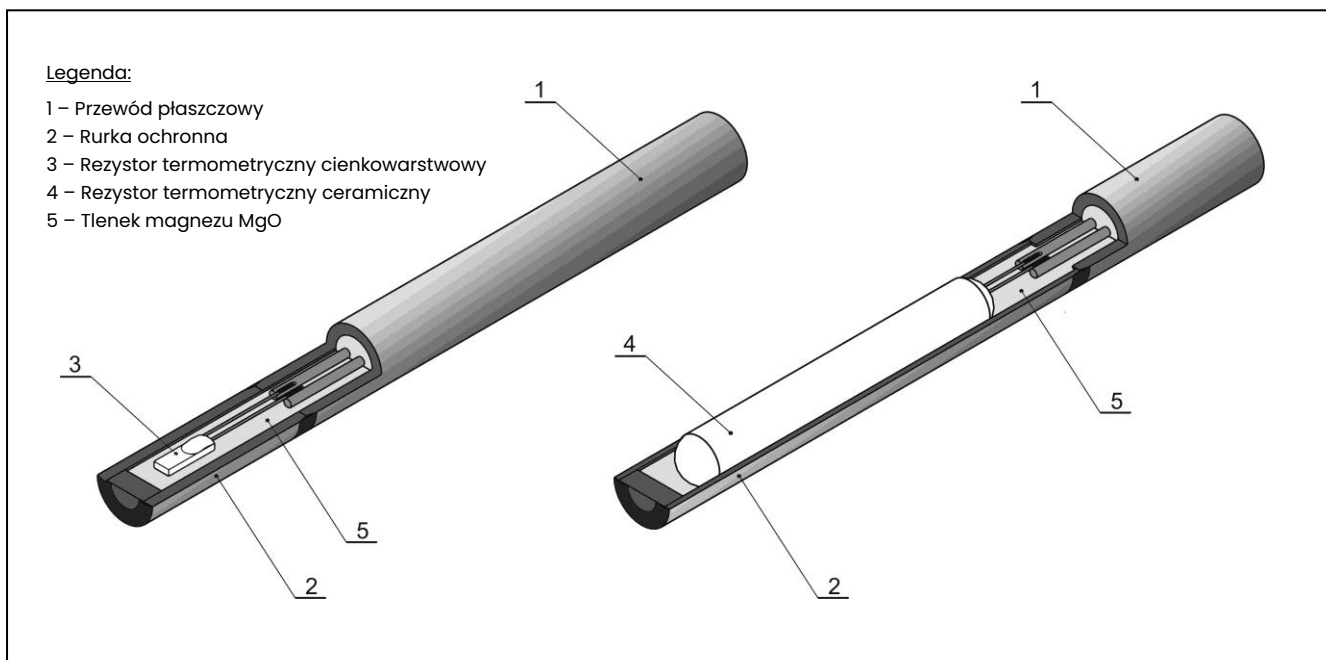


2.1.4 Schemat połączeń złączy LEMO®

Termopara pojedyncza (1xP)	Termopara podwójna (2xP)	Termopara potrójna (3xP)
		

2.2 Termometry oporowe

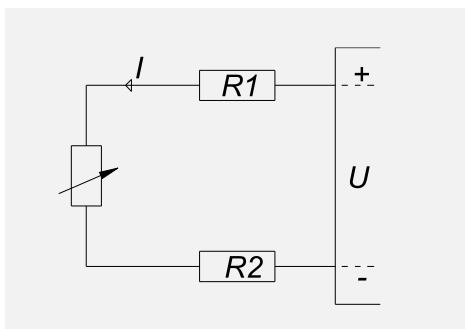
Czujniki rezystancyjne stosuje się w przypadku konieczności uzyskania bardzo dokładnych pomiarów. Termometry oporowe mogą składać z 1, 2 i czasami nawet 3 oporników pomiarowych. Połączenie pomiędzy termometrem oporowym i urządzeniem pomiarowym wykonuje się najczęściej w układzie 2-przewodowym (oporność przewodów zostaje po rozliczeniu i zmianie wprowadzona do pomiaru). W zakresie pomiarów dokładnych stosuje się układy 3-przewodowe, a w zakresie pomiarów o wysokiej dokładności układy 4-przewodowe.



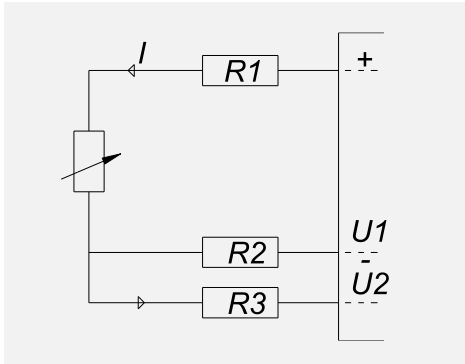
2.2.1 Sposoby łączenia z urządzeniami peryferyjnymi

- Linia 2-przewodowa.

Połączenie 2-przewodowe czujnika stosuje się w przypadkach kiedy nie jest wymagana wysoka dokładność pomiaru. Rezystancja linii $R1 + R2$ wprowadza błąd pomiaru wynoszący dla Pt100 około 2.6°C na jeden Ω rezystancji przewodu, dla Pt1000 około 0.26°C na jeden Ω rezystancji przewodu.



- Linia 3-przewodowa.
Połączenie rezystora z urządzeniami linią trzyprzewodową ma największe zastosowanie w przemyśle z uwagi na automatyczną kompensację zmian rezystancji w zależności od temperatury, jak również kompensację rezystancji linii

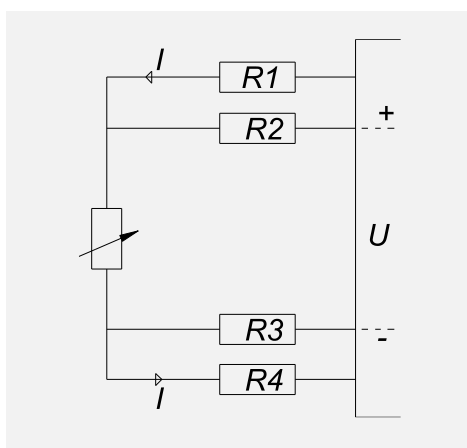


Przewody połączeniowe muszą mieć identyczną rezystancję $R1=R2=R3$. Poniższa tabela podaje przykład błędów dla połączenia 3-przewodowego dla Pt100 i Pt1000 dla różnicy rezystancji przewodów 0.1Ω i 1Ω .

	Różnica rezystancji przewodów	
	0.1Ω	1Ω
Pt100	0.26°C	2.6°C
Pt1000	0.03°C	0.26°C

Z praktycznych powodów rezystancja pojedynczej linii obwodu wejściowego RTD nie powinna być większa niż 11Ω .

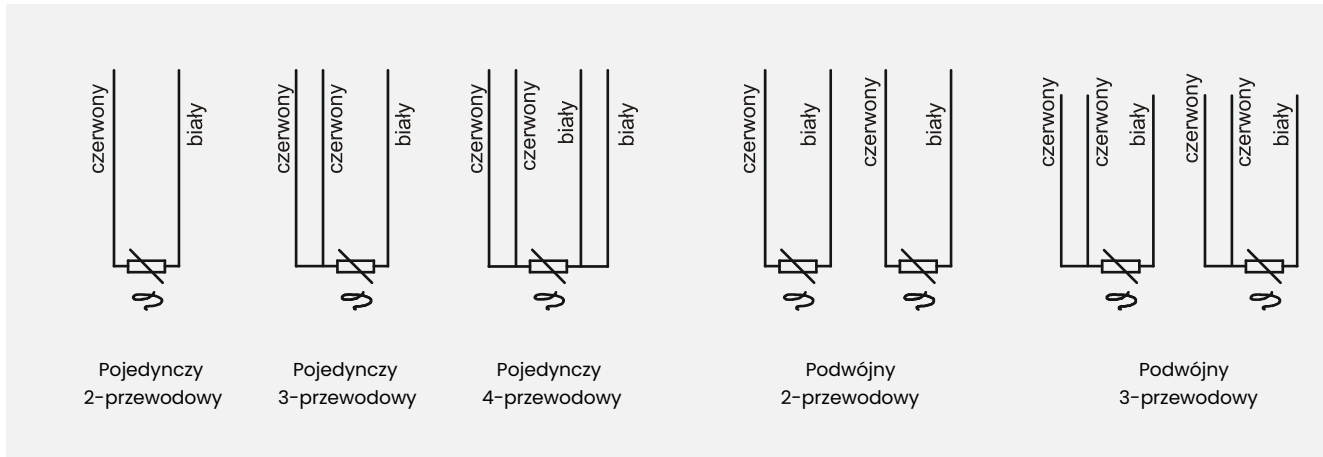
- Linia 4-przewodowa.
Połączenia tego używa się w przypadku wysokiej dokładności pomiaru. W przypadku połączenia 4-przewodowego całkowicie wyeliminowany jest wpływ rezystancji przewodów rezystora



$$R1=R2=R3=R4$$

Z praktycznych powodów rezystancja pojedynczej linii obwodu wejściowego RTD nie powinna być większa niż 11Ω .

2.2.2 Oznaczenia przewodów przyłączeniowych



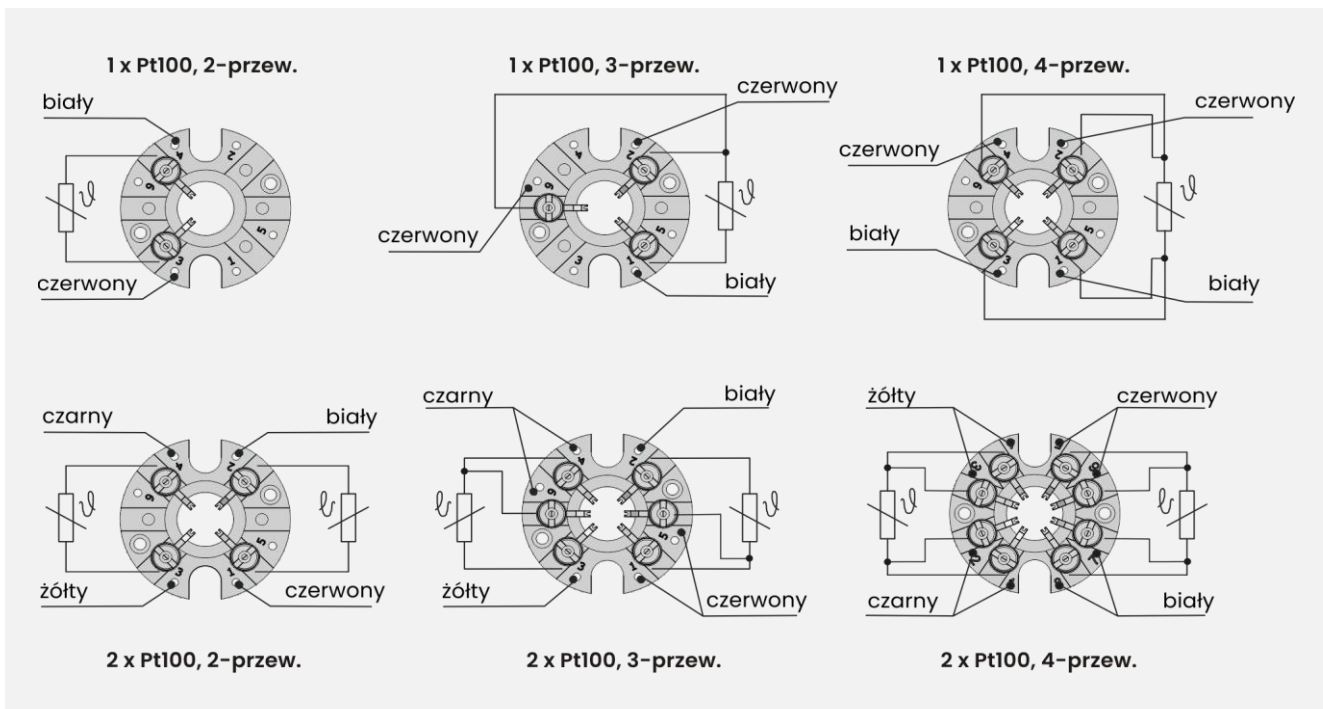
Orientacyjna oporność przewodów przyłączeniowych czujników rezystancyjnych:

2x0,22 mm² - 0,175 Ω/m

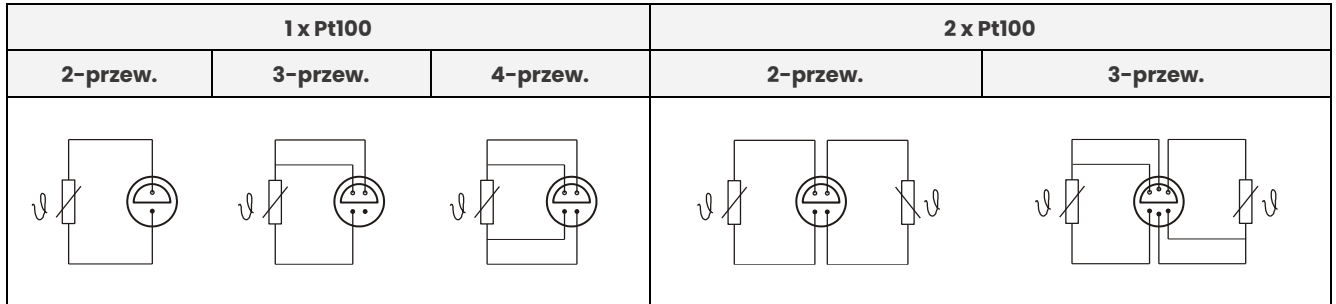
2x0,35 mm² - 0,105 Ω/m

2x0,50 mm² - 0,036 Ω/m

2.2.3 Schemat podłączenia termometrów rezystancyjnych na kostce zaciskowej



2.2.4 Schemat połączeń złączy LEMO®



2.3 Termometry z przetwornikiem pomiarowym

Można unikać ewentualnych problemów wynikających z rezystancji przejściowej przewodów i tolerancji elektromagnetycznej, przez zabudowę 2 - przewodnikowych przetworników pomiarowych (sygnał wyjściowy 4 ... 20 mA) do głowicy podłączeniowej. Potrzebny jest w tym zakresie jedynie dwużyłowy kabel miedziany. Brak jest wtedy konieczności zastosowania układów wieloprzewodowych w termometrach oporowych i przewodów kompensacyjnych przy termoelementach.

W przypadku zastosowania przetworników pomiarowych należy uwzględnić:

- Treść instrukcji obsługi przynależnej do przetwornika pomiarowego;
- Odpowiednie przepisy z zakresu wykonywania i eksploatacji instalacji elektrycznych, a także rozporządzenia i wytyczne dotyczące ochrony przeciwwybuchowej.

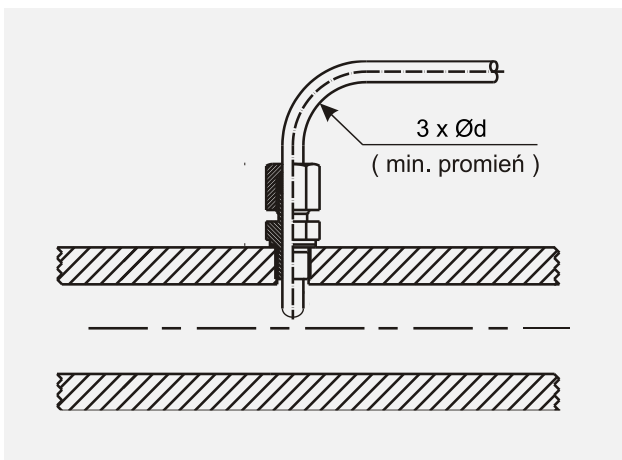
3. Zastosowanie w atmosferach zagrożonych wybuchem

1. Według przepisów rozporządzenia dot. instalacji elektrycznych w strefach z zagrożeniem wybuchowym naprawy mogą zostać przeprowadzane jedynie wtedy, jeżeli:
 - 1.1 Jeżeli dokonano naprawy części instalacji elektrycznej, od której zależna jest ochrona przeciwwybuchowa, wtedy instalacja ta może zostać uruchomiona po ustaleniu przez rzeczoznawcę, że spełnia ona wymogi w zakresie właściwości ochrony przeciwwybuchowej, i wystawieniu przez niego odpowiedniego zaświadczenia lub jeżeli instalacja ta posiada odpowiedni znak kontrolny.
 - 1.2 Przepisy punktu 1.1. nie obowiązują, jeżeli instalacja ta została przez producenta poddana badaniu jednostkowemu i producent potwierdza, że instalacja ta spełnia wymogi w zakresie właściwości ochrony przeciwwybuchowej.
2. Rozporządzenie dot. instalacji elektrycznych w strefach z zagrożeniem wybuchowym obowiązuje jedynie na terenie Polski. Poza granicami zakresu jego obowiązywania muszą zostać dotrzymane przepisy ustaw odpowiednich do tego rozporządzenia.
3. Naprawy mogą zostać wykonywane jedynie z zastosowaniem oryginalnych części zamiennych pierwotnego dostawcy, ponieważ w innym przypadku nie zostają spełnione wymogi zaświadczenia o zgodności z przepisami UE.
4. W przypadku zamówień części zamiennych należy koniecznie podać informacje odnośnie dotychczasowych dostaw, przykładowo rodzaj zabezpieczenia (Exd, Exi) według zaświadczenia o zgodności z przepisami UE, numer zlecenia, numer produkcyjny, pozycja zlecenia.
5. Termometry jako instalacje z ochroną przeciwwybuchową spełniają jedynie jako jednostka konstrukcyjna w całości wymogi techniki bezpieczeństwa, co zostało ustalone w zaświadczeniu o zgodności z przepisami UE. Wkłady pomiarowe lub głowice podłączeniowe samodzielnie nie spełniają wymogów dotyczących ochrony przeciwwybuchowej.
6. Jeżeli firma TERMOAPARATURA dostarcza termometry bez rury ochronnej, które mają zostać zastosowane w strefach z zagrożeniem wybuchowym, wtedy użytkownik ponosi odpowiedzialność za to, że
 - że termometry te zostaną zastosowane jedynie w strefach, dla których posiadają odpowiednie dopuszczenie według deklaracji producenta (np. strefa 1, strefa 2).
 - w kwestii koniecznego podziału stref (przykładowo strefa 0 od strefy 1) przewidziane zostaje zastosowanie rury ochronnej, spełniającej w pełnym zakresie wymogi "Warunków szczególnych" według zaświadczenia o zgodności z przepisami UE stosownie do odpowiedniego zastosowania.
 - Firma TERMOAPARATURA informuje użytkownika w stosowny sposób o powyższym fakcie, przykładowo w formie odnośnika do niniejszej instrukcji.

4. Przykład montażu

i Czujniki bez dodatkowej osłony zewnętrznej można dowolnie wyginać, zachowując jednak poniższe ograniczenia:

- Zabrania się gięcia 50mm końcówki czujników rezystancyjnych, ze względu na możliwość uszkodzenia rezystora.
- Dopuszczalny minimalny wewnętrzny promień gięcia płaszcza równy trzykrotnej średnicy płaszcza.



5. Pakowanie, przechowywanie i transport

Czujniki powinny być pakowane w sposób zabezpieczający je przed uszkodzeniem w czasie transportu w opakowania zbiorcze i/lub jednostkowe. Czujniki powinny być przechowywane w opakowaniach, w pomieszczeniach krytych, pozbawionych par i substancji agresywnych, w których temperatura powietrza zawiera się od +5°C do 50°C, a wilgotność względna nie przekracza 85%.

Transport powinien się odbywać w opakowaniach z zabezpieczeniem przed przemieszczeniem się czujników podczas transportu. Środki transportu mogą być lądowe, morskie lub lotnicze pod warunkiem, że zapewniają eliminację bezpośredniego oddziaływania czujników atmosferycznych.

6. Komunikaty błędów

6.1 Metoda szybkiej kontroli

Błyskawiczna kontrola termoelementów i termometrów oporowych, a także przynależnych obwodów pomiarowych w stanie wymontowanym.

Wymagane instrumenty:

- miliwoltomierz
- omomierz lub mostek opornościowy
- miernik oporu izolacji z napięciem 60 ... 100 V (wszystkie pomiary w temperaturze pokojowej)

Można przeprowadzić następujące sprawdziany:

- Sprawdzić przejście i izolację w temperaturze pokojowej.
- Przez "obstukanie" ustalić zerwania drutów.

Termoelement należy zaklasyfikować jako poprawny, jeżeli $R < 20 \Omega$ (drut $> 0,5 \text{ mm } \emptyset$). Wartość ta jest zależna od przekroju i długości drutu. $R_{isol} = 100 \text{ M}\Omega$ (przy izolowanej termoparze).

Termometr oporowy należy zakwalifikować jako poprawny, jeżeli $R > 110 \Omega$ (przy Pt100), $R_{isol} > 100 \text{ M}\Omega$.

- Na skutek podgrzania termoelementów względnie termometrów oporowych do temperatury ok. 200 °C do 400 °C (bez kontroli temperatury) można konkluzyjnie stwierdzić przerwania, błędne obiegowanie (termoelementów), za niską oporność izolacji, itd.

Wskazówka!

Dokładność czujników temperatury można sprawdzić stosownie do wymogów ISO 9001 jedynie stosując porównywalne elementy referencyjne. W tym zakresie konieczny jest demontaż i kontrola w piecu kontrolnym.

6.2 Tablica błędów

Należy rutynowo sprawdzać cały obwód pomiarowy temperatury. W poniższej tabeli przedstawiono najważniejsze błędy wraz z ich możliwymi przyczynami, a także propozycje dotyczące ich usuwania.

Błąd	Przyczyna błędu	Usuwanie błędu
Zakłócenie sygnału pomiarowego	<ul style="list-style-type: none"> Wpływy elektryczne/magnetyczne 	<ul style="list-style-type: none"> Odstęp pomiędzy przewodami pomiarowymi przynajmniej 0,5 m w przypadku układania równoległego. Ekranowanie elektrostatyczne przy pomocy folii/splotu uziemionego w jednym punkcie. Skręcenie żył (par) jako ochrona przed wpływami magnetycznymi. Krzyżowanie przewodów pomiarowych z zakłócającymi przewodami mocy przeprowadzane pod kątem prostym. Stosowanie przetworników pomiarowych.
	<ul style="list-style-type: none"> Doziemienie 	<ul style="list-style-type: none"> Tylko jeden punkt uziemienia w obwodzie lub systemie pomiarowym "w stanie zawieszonym" (bez uziemienia)
	<ul style="list-style-type: none"> Spadek rezystancji izolacji 	<ul style="list-style-type: none"> Do termometru względnie wkładki pomiarowej przedostała się wilgoć; w razie konieczności wysuszyć i wykonać utrwalenie zamykające. Wymienić wkładkę pomiarową. Sprawdzić, czy termometr nie jest termicznie przeciążony.
Za długie czasy reakcji, Błędne wyniki pomiarów	<ul style="list-style-type: none"> Błędne miejsce zabudowania: <ul style="list-style-type: none"> - W cieniu przepływu - W zasięgu działania Błędna metoda zabudowania: <ul style="list-style-type: none"> - Za płytka głębokość zanurzenia. - Za duże rozpraszanie ciepła. 	<ul style="list-style-type: none"> Wybrać miejsce montażu w taki sposób, aby czynnik potrafił przekazywać temperaturę bez zakłócenia do termometru. Głębokość zanurzenia ok. długość czuła na oddziaływanie temperatury + 6 × (cieczce) do 10 × (gazy) d (d = zewnętrzna średnica rury ochronnej). Kontakty cieplne, przede wszystkim w przypadku pomiarów powierzchniowych, zapewnić przy pomocy stosownych powierzchni kontaktowych lub/i środków transmitujących ciepło.
Przerwy w termometrze	<ul style="list-style-type: none"> Wibracje. 	<ul style="list-style-type: none"> Wzmocnione sprężyny przy wkładce pomiarowej. Skrócenie długości zabudowy. Przemieszczenie spoiny pomiarowej termoelementu (w miarę możliwości)

Błąd	Przyczyna błędu	Usuwanie błędu
		<ul style="list-style-type: none"> • Specjalna konstrukcja wkładki pomiarowej rury ochronnej.
<p>Płaszcz silnie obłożona korozją</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Skład środowiska odmienny od założeń lub zmieniony. • Wybrano błędny materiał płaszcza. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sprawdzić środowisko. • Ewentualnie przeanalizować uszkodzony płaszcz i następnie zastosować materiał lepiej dostosowany. • Przewidzieć dodatkową ochronę powierzchni. • Rura ochronna musi zostać ewentualnie wymieniana w sposób regularny jako część zużywalna.

6.3 Specyficzne błędy przy termoelementach

Błąd	Przyczyna błędu	Usuwanie błędu
<p>Wskaźnik temperatury wykazuje odchylenia, przy czym pozostała konstrukcja obwodu pomiarowego termoelementu jest bez zastrzeżeń.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatura spoiny odniesienia nie jest na stałym poziomie. 	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatura spoiny odniesienia musi zostać utrzymana na stałym poziomie. - (< 0,1 %) (sprawdzić instrumenty).
<p>Wskaźnik temperatury z silnymi odchyleniami w stosunku do wartości tabel dla termoelementów.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Błędne kombinacje materiałowe. • Złe elektryczne kontakty. - Napięcia zakłócające (termonapięcia, napięcie galwaniczne). • Błędny przewód kompensacyjny. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sprawdzić termoelementy i przewody pod kątem: <ul style="list-style-type: none"> - poprawnego doboru. - poprawnego przewodu kompensacyjnego. - poprawnych biegunów. • Dopuszczalna temperatura otoczenia przy głowicy przyłączeniowej.

6.4 Specyficzne błędy przy termometrach oporowych

Błąd	Przyczyna błędu	Usuwanie błędu
Za wysoki lub odchylający się wskaźnik temperatury wbrew znanemu przekrojowi i dokładnemu opornikowi pomiarowemu termometru oporowego.	<ul style="list-style-type: none"> • Opory linii za wysokie, nie skompensowane. • Zmiana oporności przewodu na skutek zmiany temperatury 	<ul style="list-style-type: none"> • Jeżeli jeszcze możliwe: <ul style="list-style-type: none"> - ułożyć dwa nowe przewody z większym przekrojem ewentualnie od dostępnego miejsca. - skrócić przewód doprowadzający. - kompensacja przewodów. - przestawienie do układów o 3 lub 4 przewodach. - stosowanie przetworników pomiarowych z głowicami czujnikowymi.
Wskaźnik temperatury wykazuje odchylenia, przy czym pozostała konstrukcja obwodu pomiarowego termometru oporowego jest bez zastrzeżeń.	<ul style="list-style-type: none"> • Zmienne zasilenie prądem względnie napięcie. 	<ul style="list-style-type: none"> • Musi zostać utrzymane na stałym poziomie < 0,1 %. Zostaje wliczane w przypadku rozstrojonego mostku i pomiaru prądu/napięcia (układ 4 przewodowy) w pełnym wymiarze do pomiaru.