

INSTRUKCJA OBSŁUGI

DTR

Czujniki rezystancyjne
z złączem GDM (GSP) i M12



Czujniki rezystancyjne ze złączem Hirschmann® GDM (GSP) i M12

Typ czujnika	Materiał osłony*	Maksymalny zakres pomiarowy**	Sposób mocowania	Średnica osłony	Stopień ochrony obudowy
..TOPGDM-GB	1.4541, 1.4404	-50..+150°C	króciec gwintowany	Ø5, Ø6, Ø8, Ø9, Ø10	IP65
..TOPGDM-GN		-50..+400°C	zacisk przesuwany UG, UZ		
..TOPGDM-P					
..TOPSPT-M12-GB		-50..+100°C	Króciec gwintowany		IP67
..TOPSPT-M12-GN		-50..+260°C	zacisk przesuwany UG, UZ		
..TOPSPT-M12-P					
TOPSPT-M12-CLN			króciec kołnierzowy Clamp		
TOPSPT-M12-CL		-50..+100°C			

* Inne materiały dostępne na życzenie klienta

** Maksymalny zakres pomiarowy RTD zależy od użytego rezystora termometrycznego i może wynosić -50..+550°C lub -200..+600°C

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 Technologii Użytkowej 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 wskazaniem dotyczącymi bezpieczeństwa.

Przestrzeganie wszystkich wskazań i instrukcji dotyczących bezpieczeństwa umożliwia ochronę personelu i otoczenia naturalnego przed zagrożeniami i umożliwia bezpieczną i bezzakłócenową 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.

Podstawowym elementem czujnika jest rezystor przedłużony linką miedzianą. Element pomiarowy umieszczony jest w osłonie wykonanej ze stali kwasoodpornej lub innego uzgodnionego materiału. Osłona zakończona jest wtykiem z konektorami, który można połączyć z odpowiadającym mu prostym lub kątowym gniazdem, mocowanym na przewodzie do połączenia z aparaturą wykonawczą (np. regulator, przekaźnik). Oba elementy złącza mogą być połączone wkrętem (GSP) lub skręcone (M12) w celu zapewnienia szczelności połączenia. Element pomiarowy czujnika reaguje na zmianę temperatury ośrodka zmianą swojej rezystancji. Zmiany te są zgodne z charakterystykami termometrycznymi rezystorów, określonymi w odpowiednich normach. Osłony zewnętrzne posiadają różnego rodzaju przyłącza procesowe (gwintowane, kołnierzowe).

Element pomiarowy czujnika reaguje na zmianę temperatury ośrodka zmianą rezystancji. Zmiany te są zgodne z charakterystykami termometrycznymi określonymi w normie:

- dla rezystorów termometrycznych Pt100 PN-EN 60751
- dla rezystorów termometrycznych Ni100 DIN 43760

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
Maksymalny zakres pomiarowy	-50..+400°C dla Pt100
Dopuszczalna temperatura złącza	+90°C
Stopień ochrony obudowy	IP65 seria GDM (GSP) IP67 seria M12
Wymiar dławika	PG9 seria GDM (GSP) (dławienie kabli Ø4.5÷Ø7 mm) PG7 seria M12 (dławienie kabli Ø4÷Ø6 mm)

2.2 Czujniki rezystancyjne

Czujniki rezystancyjne mogą składać z 1, 2 i czasami nawet 3 oporników pomiarowych. Połączenie pomiędzy czujnikiem rezystancyjnym 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 z prądem stałym i wielkooporowym poborem napięcia.

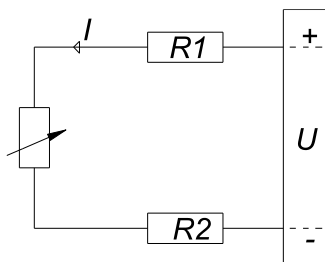
Należy układać dostępne w handlu przewody miedziane o przekroju 1,5 mm², w miarę możliwości z odstępem na poziomie 0,5 m od linii zasilających, najlepiej we własnych kanałach kablowych. Skręcane i osłonięte przewody ograniczają zakłócenia magnetyczne i elektryczne.

Nie wolno przekraczać zalecanych przez producenta prądów pomiarowych 0,1 mA ... 5 mA w zależności od wykonania (błąd wynikający z samonagrzewania).

Sposoby łączenia z urządzeniami peryferyjnymi:

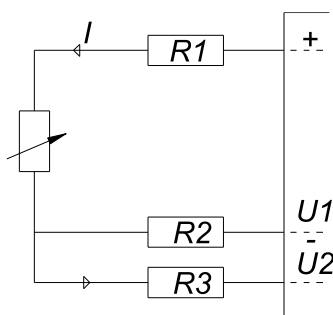
- Linia 2-przewodowa.

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

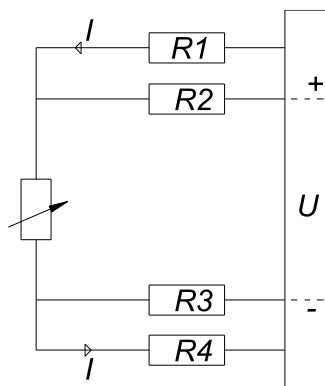


Przewody połączeniowe muszą mieć identyczną rezystancję $R1=R2=R3$. Poniższa tabela podaje przykład błędów dla połączenia 3-przewodowego dla Pt100 i Pt1000 dla różnicy rezystancji przewodów 0.1 Ω i 1 Ω .

	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.

2.3 Czujniki 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). Potrzebny jest w tym zakresie jedynie dwużyłowy kabel miedziany. Brak jest wtedy konieczności zastosowania układów wieloprzewodowych w czujnikach rezystancyjnych.

W przypadku zastosowania przetworników pomiarowych należy uwzględnić:

- Odpowiednie przepisy z zakresu wykonywania i eksploatacji instalacji elektrycznych, a także rozporządzenia i wytyczne dotyczące ochrony przeciwwybuchowej.

3. Montaż

Czujniki należy instalować w miejscach pomiarowych zgodnie z założonym konstrukcyjnie sposobem montażu, jeżeli jest to możliwe, w miejscach ułatwiających kontrolę w czasie eksploatacji i wymianę w razie uszkodzenia. Dokładność pomiaru temperatury zależy w dużym stopniu od sposobu zainstalowania czujnika. Należy pamiętać, że czujnik przekazuje sygnały zależne od temp. w jakiej znajduje się element pomiarowy. Ponieważ część czujnika znajduje się poza miejscem pomiaru, w temp. otoczenia, a osłona jest dobrym przewodnikiem ciepła, powoduje to zmianę rozkładu temp. w miejscu pomiaru przez ciągłe odprowadzanie ciepła do otoczenia. Zmiany te, zwiększające niedokładność pomiaru są tym większe, im większy jest stosunek długości czujnika będącej w temp. otoczenia do długości całego czujnika oraz im większa jest różnica między temperaturą otoczenia i temperaturą w miejscu pomiaru.

W przypadku potrzeby dokładnego pomiaru temperatury, przy instalowaniu czujników należy stosować się do poniższych zaleceń:

- izolować cieplnie wystające poza miejsce pomiaru części osłony czujnika
- prowadzić linię łączeniową, szczególnie przy dużych długościach tak, aby nie była narażona na duże wahania temperatury, a dla czujników rezystancyjnych zaleca się stosowanie linii trzyprzewodowej
- stosować dłuższe czujniki (głęboko zanurzone), w celu uzyskania korzystnego stosunku długości osłony znajdującej się w temp. otoczenia do całkowitej długości
- stosować w miejscu pomiaru odcinki rurociągu o zmniejszonym przekroju, w celu zwiększenia prędkości przepływu i intensyfikacji przejmowania ciepła w rurociągach (szczególnie gazowych) o małym natężeniu przepływu.

3.1 Przewody zasilające

W zakresie przewodów zasilających należy zwracać uwagę na poprawne kontakty, a także na fakt unikania korozji, wilgoci, zabrudzeń, zakłóceń elektrycznych, pochodzących od linii zasilających. Izolacja tych przewodów uzależniona jest od warunków otoczenia (suche, wilgotne, chemiczne, agresywne, gorące), przy czym temperatura otoczenia przewodów i głowicy podłączeniowej nie może w regule przekraczać 100°C.

W kwestii wyboru przewodów i ich ułożenia należy przestrzegać obowiązujących norm i przepisów.

Należy według możliwości eksploatować wszystkie systemy pomiarowe bez uziemienia, względnie z uziemieniem w tylko jednym punkcie.

3.2 Materiały rur ochronnych

Oznaczenie	Skład nominalny	Temp. max pracy ciągłej, powietrze	Zakres topnienia	Uwagi o stosowaniu
1.4301 AISI 304	18% Chrom 8% Nikiel	800°C	1371°C-1454°C	Oferuje znakomitą odporność wobec wielu środków antykorozyjnych spotykanych w warunkach domowych i przemysłowych.
1.4401 AISI 316	17% Chrom 12% Nikiel 2-3% Molibden	800°C	1371°C-1454°C	Dobra odporność na szerszy zakres chemikaliów niż AISI304. Wytrzymuje działanie składników tlenowych.
1.4541 AISI 321	Podobny do AISI304 ale stal stabilizowana dodatkiem tytanu	800°C	1371°C-1426°C	Niewrażliwy na korozję międzyziarnową przy ogrzewaniu w zakresie wytrącania węglków 482°C -815°C. Pod względem odporności na korozję podobny do AISI304.
AISI 304L AISI 316L	Podobny do AISI304 i AISI316 ale ze zmniejszonym stężeniem węgla	800°C	1371°C-1454°C	Wersje niskowęglowe AISI304 i AISI316 (max 0.03% węgla). Z powodu niskiej zawartości węgla zmniejszone efekty wytrącania węglków.

4. Konserwacja / naprawa

Termometry i obwody pomiaru temperatury należy w regularnych odstępach czasu sprawdzać pod kątem:

- zużycia rury ochronnej względnie działania środków chemicznych,
- zmiany wielkości wyjściowej elementów pomiarowych w czasie na skutek procesu starzenia,
- zaniżenia rezystancji izolacji na skutek wilgoci lub zabrudzenia,
- złego kontaktu połączeń przewodów,
- uszkodzeń mechanicznych i chemicznych termometrów i przewodów.

Okablowanie obwodów pomiarowych termometrów oporowych sprawdza się przez zastąpienie elementu pomiarowego znanym opornikiem nienastawnym i symulowanie w taki sposób szczególnej temperatury.

W związku z powyższym można stwierdzić duże odchylenia od wartości zadanych, a także, czy termometr lub też instrumenty są przyczyną błędów funkcyjnych.

Rezystancja izolacji całego obwodu pomiarowego bez uziemienia (przewody doprowadzające i termometr) odnośnie do ziemi powinna wynosić $> 1 \text{ M}\Omega$ (według pomiaru z -100 V DC).

5. Komunikaty błędów

5.1 Metoda szybkiej kontroli

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

Wymagane instrumenty:

- 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.

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

- Na skutek podgrzania termometrów oporowych do temperatury ok. 200 °C do 400 °C (bez kontroli temperatury) można konkluzyjnie stwierdzić przerwania, zbyt 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.

5.2 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 jedyny 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. • 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 	<ul style="list-style-type: none"> • Wybrać miejsce montażu w taki sposób, aby czynnik potrafił przekazywać temperaturę bez zakłócenia do termometru.
	<ul style="list-style-type: none"> • Błędna metoda zabudowania: <ul style="list-style-type: none"> - Za płytka głębokość zanurzenia. - Za duże rozpraszanie ciepła. 	<ul style="list-style-type: none"> • 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.
	<ul style="list-style-type: none"> • Rura ochronna za gruba. • Otwór rury ochronnej za duży. 	<ul style="list-style-type: none"> • Stosować jak najmniejszą rurę ochronną w zależności od technologii procesowej. • Czas reakcji podczas pierwszego przybliżenia proporcjonalny do przekroju względnie objętości termometru w zależności od współczynnika wnikania ciepła i szczelin powietrznych w konstrukcji.
	<ul style="list-style-type: none"> • Osady na rurze ochronnej. 	<ul style="list-style-type: none"> • Usuwać podczas inspekcji.

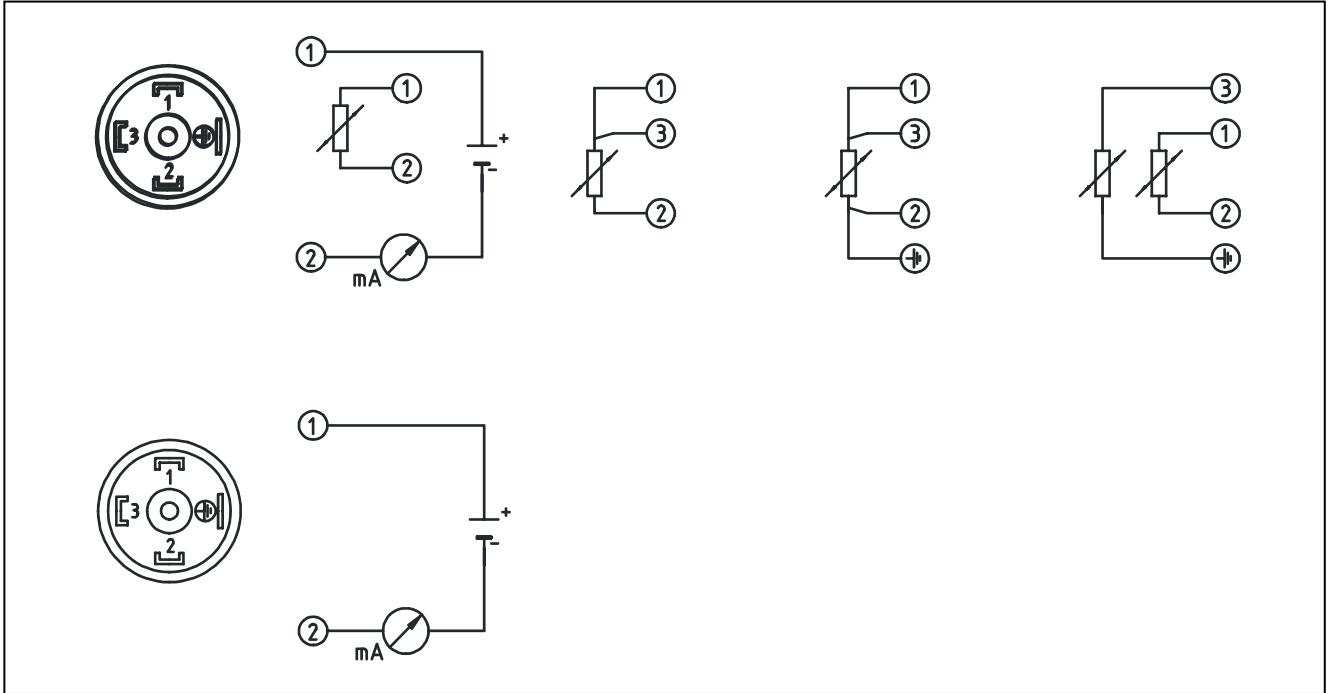
Błąd	Przyczyna błędu	Usuwanie błędu
		<ul style="list-style-type: none"> • W ramach możliwości zastosować inną rurę ochronną lub wybrać inne miejsce zabudowy.
Przerwy w termometrze	<ul style="list-style-type: none"> • Wibracje. 	<ul style="list-style-type: none"> • Skrócenie długości zabudowy. • Specjalna konstrukcja wkładki pomiarowej rury ochronnej.
Rura ochronna silnie obciążona korozją	<ul style="list-style-type: none"> • Skład środowiska odmienny od założeń lub zmieniony. • Wybrano błędny materiał rury ochronnej. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sprawdzić środowisko. • Ewentualnie przeanalizować uszkodzoną rurę ochronną i następnie zastosować materiał lepiej dostosowany. • Przewidzieć dodatkową ochronę powierzchni. • Rura ochronna musi zostać ewentualnie wymieniana w sposób regularny jako część zużywalna.

5.3 Specyficzne błędy przy termometrach oporowych

Błąd	Przyczyna błędu	Usuwanie błędu
Za wysoki lub odchylający się wskaźnik temperatury wbrew znanemu przekroju 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.

6. Podłączenia elektryczne

Schemat połączeń termometrów oporowych TOPGDM / APTOPGDM.



Schemat połączeń termometrów oporowych TOPSPT-M12 / APTOPSPT-M12.

