

Czujniki temperatury w wersji płaszczowej

Mineral Insulated Temperature Sensors



LIMATHERM SENSOR Sp. z o.o.

34-600 Limanowa, ul. Skrudlak 1, tel. (18) 330 10 00, fax: (18) 330 10 04

NIP: 737 19 66 189, REGON: 492926443

www.limathermsensor.pl, e-mail: info@limathermsensor.pl



Czujniki temperatury w wersji płaszczonej

Niniejsza instrukcja obsługi dotyczy czujników przeznaczonych do pracy w szczególnie trudnych warunkach, ze względu na swoje specyficzne właściwości konstrukcyjne i eksploatacyjne.

Czujniki płaszczone 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 płaszczonej jest wyjątkowo rozległy. Stosuje się je w technice jądrowej, w przemyśle chemicznym i petrochemicznym, budownictwie przemysłowym, w budowie maszyn i urządzeń, energetyce, hutnictwie itp.

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. Czujniki rezystancyjne stosuje się w przypadku konieczności uzyskania bardzo dokładnych pomiarów.

Czujniki mogą być wykonywane z wyjściem napięciowym (termopary), omowym (rezystancyjne) lub standardowym sygnałem prądowym 4÷20 mA (oba typy).

Czujniki wykonywane są zgodnie z normą PN-EN 60584 (termoelektryczne) i PN-EN 60751 (rezystancyjne).

1. Budowa i zasada działania.

Przewód płaszczonej wykonany jest w formie cienkiej rurki zwanej płaszczem, wewnątrz której, otoczone silnie sprasowanym materiałem izolacyjnym (np. tlenkiem magnezu), znajdują się druty niklowe (dla czujników RTD) lub druty termoelektryczne (dla czujników TC). Na jednym końcu przewodu druty termoelektryczne łączy się w spoinę pomiarową, a do drutów niklowych przyłącza się rezystor pomiarowy.

Spoina pomiarowa może być odizolowana od płaszcza „SO” lub z nim połączona (uziemiona) „SP”. Dla termoelementów podwójnych, spoiny pomiarowe obu termoelementów odizolowane od płaszcza, mogą być połączone ze sobą „SOA” lub od siebie odizolowane „SOB”.

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

- zostawione wolne końce drutów długości 20 mm (**BT**)
- płaszczone zakończony tuleją osłaniającą połączenie wolnych końców z przedłużającymi linkami w izolacji, długości 50 mm (**T**)
- płaszczone zakończony wtyczką płaską mini (**BTW**) lub standard (**BTWS**)
- płaszczone zakończony gniazdem typu „LEMO” (**BTL**)
- płaszczone zakończony tuleją osłaniającą połączenie wolnych końców z przedłużającym przewodem w podwójnej izolacji silikonowej dowolnej długości (**TKb**)
- j.w., przewód zakończony wtyczką płaską mini (**TKbW**)
- j.w., przewód zakończony wtyczką typu „LEMO” (**TKbL**)
- czujnik BT zakończony kołnierzem z kostką zac. - (wkład płaszczonej typu **.W2../..**)
- wkład j.w. zabudowany w głowicy typu B - (czujnik płaszczonej typu **PT...-BA**)

Na bazie przewodów płaszczowych wykonywane są również inne typy czujników, o budowie opisanej szczegółowo w katalogu:

- głowicowe: PT...-453, PT...-533,
- z rękojeścią: PTR-1, PTR-2, PTR-3, PTT...-147
- przewodowe: PTT...-183, PT...-186, TTP...-187 lub uzgodnionej z klientem.

2. Dane techniczne.

Średnica płaszczu d* 1,0; 1,5; 2,0; 3,0; 4,5; 6 mm
 Rodzaj elementu pomiarowego 1 lub 2xFe-CuNi(J) lub NiCr-NiAl(K) lub
 NiCrSi-NiSi(N) 1 lub Cu-CuNi(T) lub
 1 lub 2xPt100 lub Pt1000

Zalecana max. temperatura pomiaru** wg poniższej tabeli:

Typ	Średnice					
	1	1,5	2	3	4,5	6
J	315°C	315°C	400°C	450°C	550°C	700°C
K	760°C	760°C	800°C	900°C	1000°C	1200°C
N	—	—	—	900°C	—	1200°C
T	—	—	—	350°C	—	350°C
Pt100	—	—	—	600°C	—	600°C

Klasa termoelementu 2 lub 1 wg PN-EN 60584
 Klasa rezystora B lub A wg PN-EN 60751
 Typ spoiny pomiarowej termopary.. odizolowana lub uziemiona
 Materiał płaszczu stal kwasoodporna (dla J, T i Pt100)
 Inconel 600 (dla K i N)***
 Dopuszczalne wibracje 5 do 80 Hz, do 5g
 Dopuszczalne ciśnienie pracy 4 MPa
 Temperatura powietrza otaczającego wolne końce -40÷150°C
 Stała czasowa T05 (woda – 0,4 m/s)

Średnica d [mm]	Spoina odizolowana [s]	Spoina uziemiona [s]	Pt100 [s]
1	0,15	0,06	—
1,5	0,25	0,13	—
3	1,2	0,22	1,5
6	4	0,6	4,5

Minimalny promień gięcia 5xd
 (dla czujników rezystancyjnych - zakaz gięcia końcówki czujnika długości 50 mm)
 Długość montażowa L dowolna, czujniki o L>500 mm
 dostarczane są w kręgach
 Długość kabla kompensacyjnego L_k dowolna

* - minimalna średnica płaszczu dla termopar podwójnych „J” i „K” wynosi 2 mm;

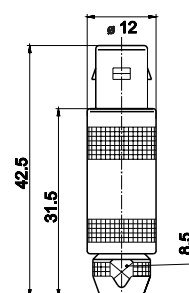
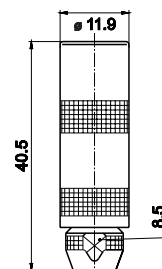
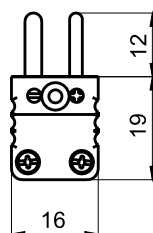
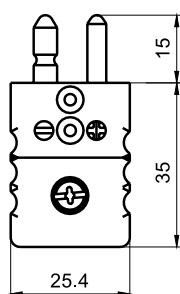
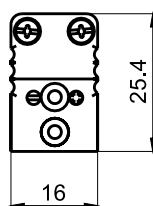
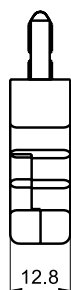
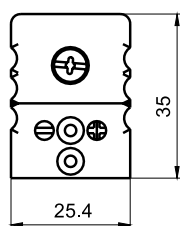
- termopary N i T tylko pojedyncze o średnicy 3 i 6 mm

- czujniki RTD o średnicy 3 i 6 mm w wersji 3-przewodowej (druty niklowe o dużej oporności)

** - podana temperatura jest temp. czystego powietrza i dotyczy termopar w klasie 2 oraz czujników rezystancyjnych w kl. B, inne warunki uzgodnić z dostawcą

*** - czujniki „K” i „N” mogą być wykonane w wersji specjalnej **XL-PTT...**, która charakteryzuje się dużą stabilnością temperaturową w wysokich temp. i płaszczem ze specjalnego stopu niklu, co pozwala stosować je krótkotrwale w temperaturze do 1335°C.

Głowica typu BA.....	IP55, temp. otoczenia -40÷100°C
NAA.....	IP65, temp. otoczenia -40÷100°C
MAA	IP54, temp. otoczenia -40÷100°C
Przetworniki głowicowe typu.....	APAQ, LTT, FLEX TOP, TxBlock, 248HA, temp.otoczenia -40÷85°C
Wtyki i gniazda płaskie (mini do ø4,5).....	wym. jak niżej, materiał obudowy (standard do ø6,0) Nylon wypełniony włóknem szklanym, temperatura pracy do 200°C
Wtyk i gniazdo LEMO (do ø4,5).....	wym. jak niżej, materiał mosiądz chromowany, temperatura pracy do 250°C



3. Charakterystyka materiałów płaszczy.

stal kwasoodporna

max. temp. pracy w powietrzu.....850°C

odporność w dwutlenku węgla.....650°C

odporność na korozję międzykrystaliczną

dobra odporność w środowisku utleniającym

dobra odporność na działanie związków alkalicznych, kwasów organicznych i większości nieorganicznych, z wyj. HCl i H₂SO₄

Inconel 600

max. temp. pracy w powietrzu.....1200°C

odporność w dwutlenku węgla.....do 500°C

odporność w atmosferze zawierającej siarkę lub parę wodną.....

do 500°C

dobra odporność w środowisku utleniającym

odporność na korozję i słabą korozję elektrochemiczną

w wys. temperaturach przepuszcza wodór

Super Omegaclad XL

max. temp. pracy w powietrzu.....1335°C

b. dobra odporność w środowisku utleniającym, w procesach nawęglania i chlorowania słaba odporność w atmosferze

zawierającej siarkę

4. Czujniki termoelektryczne - oznaczenie zacisków przyłączeniowych.

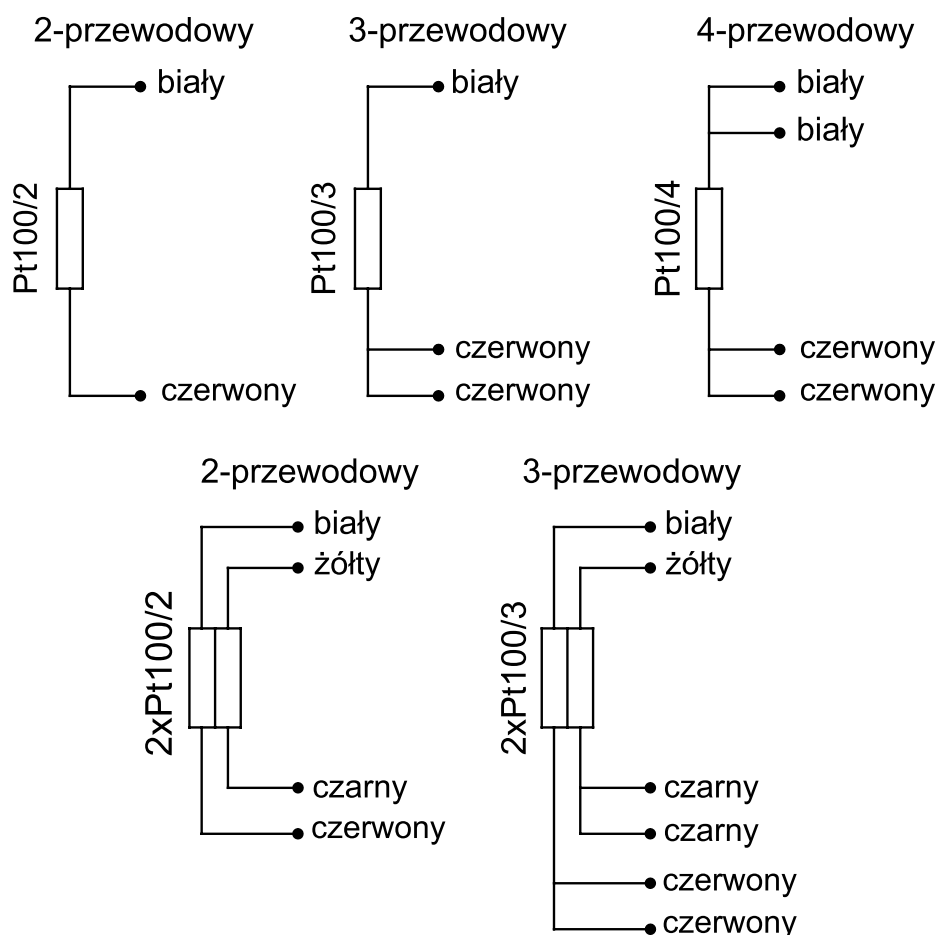
- Do kostki zaciskowej

Ponieważ czujniki termoelektryczne muszą być podłączane z zachowaniem odpowiedniej biegunowości, dlatego też w celu poprawnego połączenia, na kostce zaciskowej zaznaczony jest znak „+” - biegun dodatni termopary.

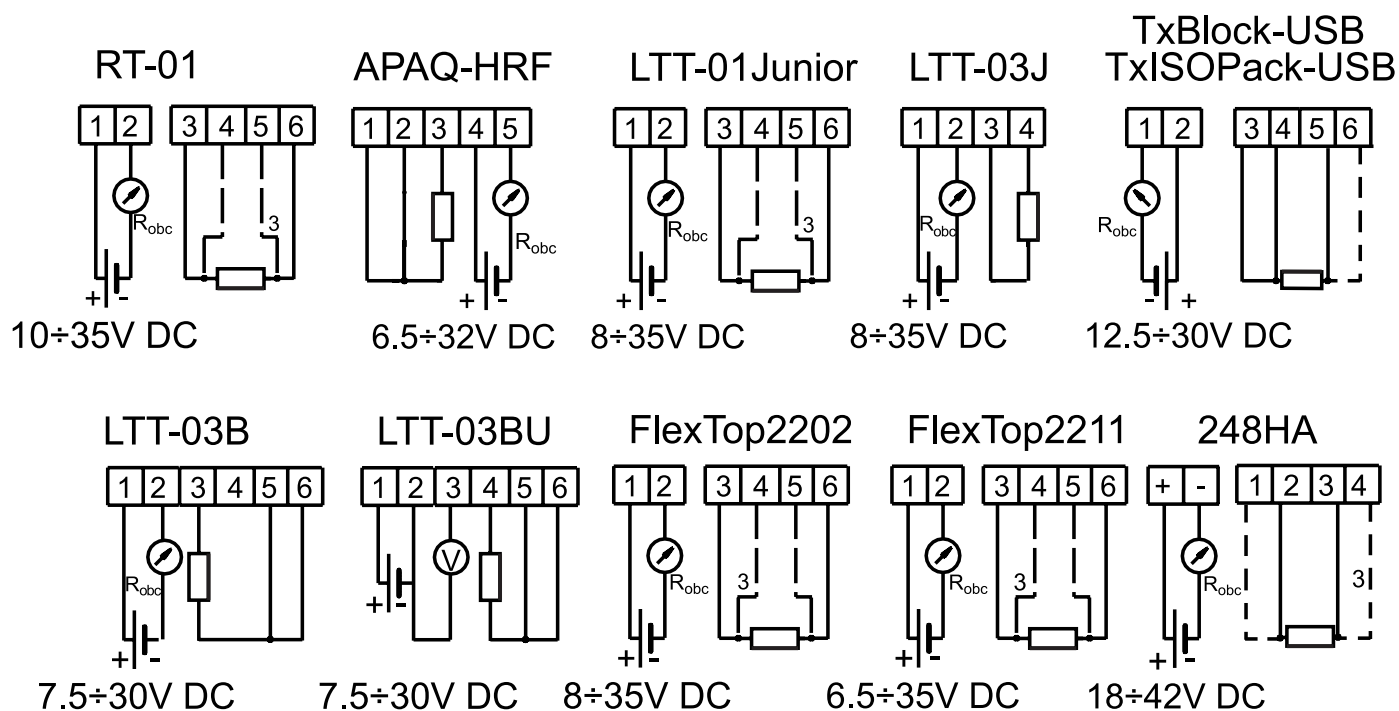
W przypadku łączenia czujnika termoelektrycznego z urządzeniami zewnętrznymi należy odpowiedni biegun kostki zaciskowej połączyć z odpowiednim biegunem przewodu (w odpowiednim kolorze). Zasady połączeń i kolorystyki podaje poniższa tabela:

Typ termoele.	Typ przewodu		Skład metalu		Kolor żyły „+”		Tolerancje		W zakr. temp.
	Kompens.	Przedłuż	Żyłą +	Żyłą -	IEC 584 „-”biały	ANSI „-”czerw.	Klasa 1	Klasa 2	
J	-	JX	Fe	CuNi	czarny	biały	±1.5	±2.5	-25÷200°C
K	-	KX	NiCr	NiAl	zielony	żółty	±1.5	±2.5	-25÷200°C
K	KCA	-	Fe	410 Alloy	zielony	-	-	±2.5	0÷150°C
K	KCB	-	Cu	CuNi	zielony	-	-	±2.5	0÷100°C
T	-	TX	Cu	CuNi	khaki	niebieski	±0.5	±1.0	-25÷200°C
N	-	NX	Nicrosil	Nisil	róż	pomarańczowy	±1.5	±2.5	-25÷200°C
N	NC	-	Cu	278 Alloy	róż	-	-	±2.5	0÷150°C

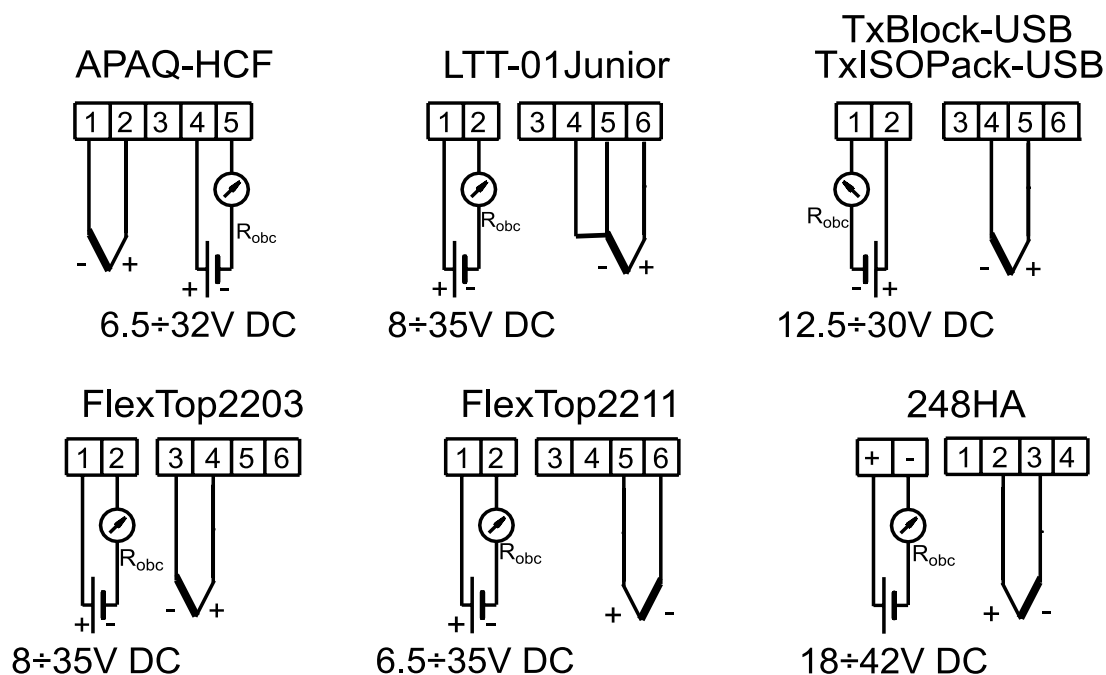
Dla rozróżnienia typu przyłącza czujników rezystancyjnych, zaciski kostki oznaczają się kolorami wg poniższego schematu:



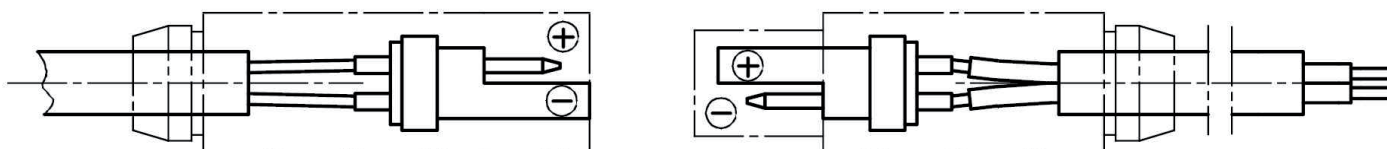
- do przetwornika RTD/4÷20 mA lub 0÷10V



- do przetwornika TC/4÷20 mA



- do wtyku Lemo



Zalecane przekroje przewodów kompensacyjnych i przedłużających do łączenia czujników z urządzeniami zewnętrznymi to 1,0 mm² lub 1,5 mm².

Ogólne zasady oznakowania /kolorystyki/przewodów kompensacyjnych:

- wg PN-EN 60584-3 - kolor opony (izolacji zewnętrznej) i żyły dodatniej przyporządkowanej termoelektrodzie dodatniej czujnika jest taki sam (zależny od typu termoelementu), kolor żyły ujemnej jest zawsze biały.

5. Średnice zewnętrzne przewodów dla wpustów kablowych głowicy.

Dławik Pg 9, M16x1,5, średnica przewodu / $\varnothing 3 \div 9$ mm/

Dławik Pg 16, M20x1,5, średnica przewodu / $\varnothing 4 \div 12,5$ mm/

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

7. Warunki gwarancji.

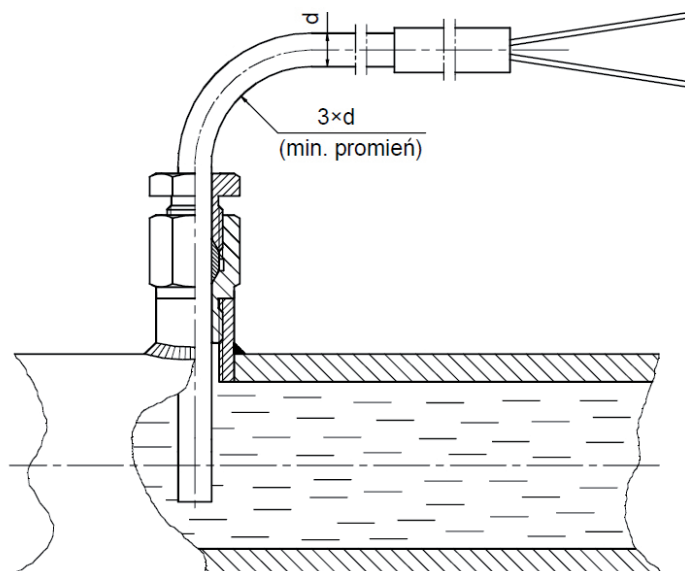
- producent gwarantuje poprawną pracę czujników przez okres 12 miesięcy od daty zakupu oraz serwis gwarancyjny i pogwarancyjny
- wszelkie dokonywane we własnym zakresie przeróbki i naprawy powodują utratę uprawnień gwarancyjnych
- gwarancja nie obejmuje uszkodzeń wynikłych z nieprawidłowego transportu i użytkowania, niezgodnego z wymaganiami niniejszej DTR-ki.
- gwarancji nie podlegają osłony pracujące w innym niż powietrze i woda środowisku, jeżeli nie zostało ono określone w zapytaniu bądź zamówieniu.

8. Zalecane sposoby montażu czujników.

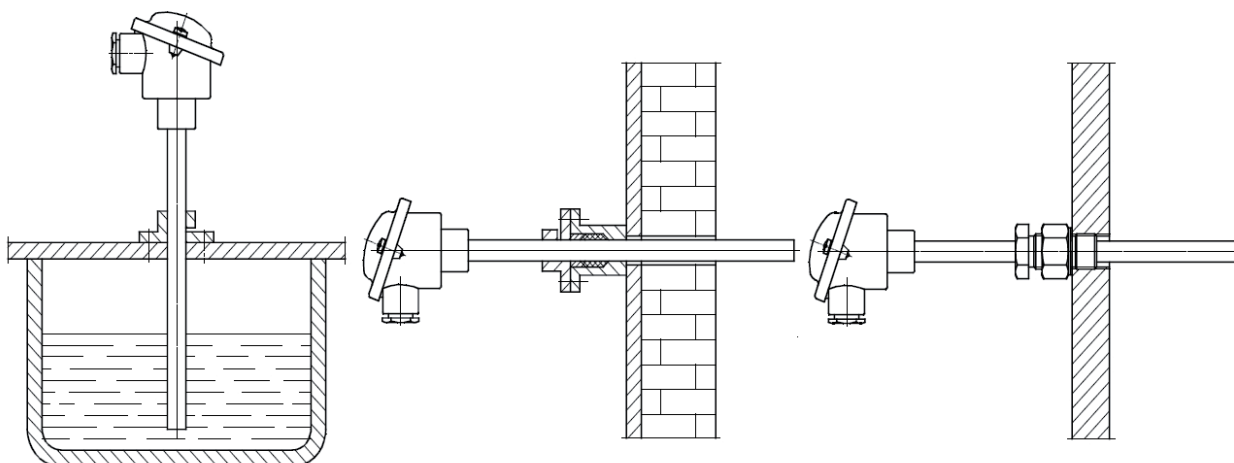
UWAGA: Czujniki bez dodatkowej osłony zewnętrznej można dowolnie wyginać, zachowując jednak poniższe ograniczenia:

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

- czujniki przewodowe



- czujniki głowicowe

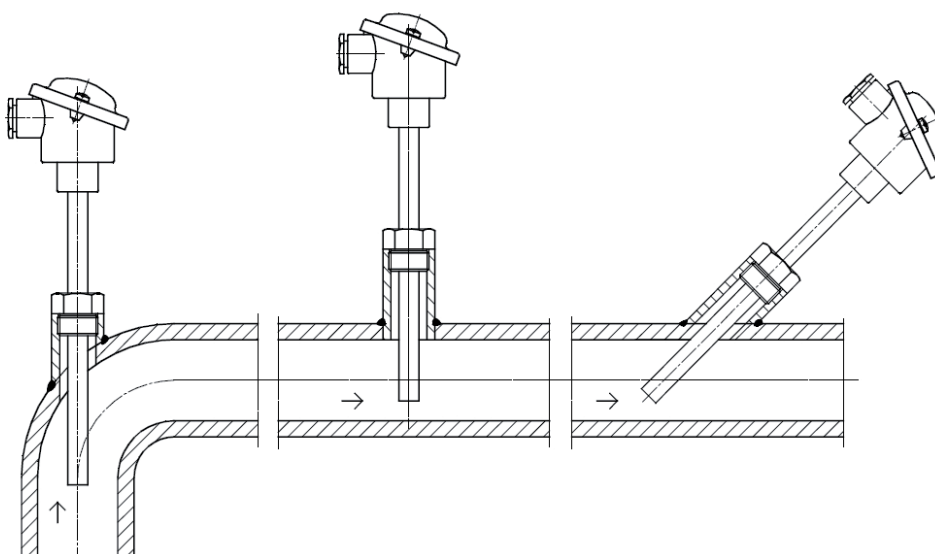


Przykłady montażu czujników przy pomocy uchwytów :

UZ-21

UZ-11

UG



Przykłady usytuowania czujników na rurociągu:

- w kolanie rurociągu (np. dla rurociągów o małej średnicy)
- prostopadła do osi rurociągu
- pod kątem do osi rurociągu

Mineral Insulated Temperature Sensors



LIMATHERM SENSOR Sp. z o.o.

34-600 Limanowa, Skrudlak 1, tel. (+48 18) 330 10 06, fax: (+48 18) 330 10 04

NIP: 737 19 66 189, REGON: 492926443

www.limathermsensor.com, e-mail: export@limathermsensor.pl



Mineral Insulated Temperature Sensors

The following Operation Manual provides information of temperature sensors suitable for particularly difficult conditions due to their constructional and operational properties. Mineral insulated sensors are vibration and shock resistant and can be easily bend with no risk of short-circuit. Owing to their properties they are widely used in hard to reach places. Suitable for mounting in small spaces, mineral insulated sensors are used where there is a need for flexible sensing elements with small diameters and low thermal inertia.

These sensors are suitable both for industrial and laboratory applications. Their range of applications is really wide. The sensors are used in nuclear engineering, chemical and petrochemical industry, industrial building, mechanical engineering, power engineering, metallurgy, etc.

Thermocouple sensors with insulated junctions are recommended for temperature measurements in corrosive atmospheres, where there is a necessity for the thermocouple to be electrically insulated and sheathed. Temperature sensors with grounded junctions are suitable for measurements of static temperature and temperature of flowing gases and non-aggressive liquids, when a quick response to temperature change is required. Resistance sensors are used for very accurate measurements.

These sensors are made with voltage output (thermocouple sensors), ohm output (resistance sensors) or standard 4÷20 mA current signal (both types).

Mineral insulated temperature sensors comply with the following standards: PN-EN 60584 (thermocouple), PN-EN 60751 (resistance).

1. Construction and principle of operation.

Mineral insulated metal sheathed cable is a thin pipe with two or four nickel or thermocouple conductors inside, surrounded by very compact insulation (e.g. magnesium oxide). At one end of cable, either thermocouple wires are joined to create a measuring junction or a resistor is used with nickel conductors.

Measuring junction can be insulated from the sheath (**SO**) or connected with it—grounded junction (**SP**); for double thermocouples the measuring junctions of both thermocouples insulated from the sheath, can be connected (**SOA**) or insulated from each other (**SOB**).

Thermocouple and resistance sensors can have following termination types:

- exposed wire ends 20 mm long (**BT**)
- sleeve that protects the connection of exposed wires with insulated stranded wires 50 mm long (**T**)
- miniature (**BTW**) or standard (**BTWS**) flat plug
- LEMO plug (**BTL**)
- sleeve that protects the connection of exposed wires with cable in double silicone insulation 50 mm long (**TKb**)
- as above, with miniature flat plug (**TkbW**)
- as above, with LEMO plug
- BT type sensor terminated with a terminal block (mineral insulated insert type **.W2../..**)
- insert as described above mounted in connection head type BA (mineral insulated sensor PT...-BA)
- all above-mentioned versions can be made with standard mineral insulated cable or with special OMEGACLAND XL –XL-.....is used before the code then.

Other types of temperature sensors specified in the product catalogue are also made with mineral insulated metal sheathed cable, e.g.:

- head: PTT.-453, PTT.-533,
- with handgrip: PTR-1, PTR-2, PTR-3, PTT.-147
- cable: PTT.-183, PT.-186, TTP.-187

2. Specification.

Mineral insulated cable diameter d*.....1,0; 1,5; 2,0; 3,0; 4,5; 6 mm
 Sensing element type.....1 or 2xFe-CuNi(J) or NiCr-NiAl(K) or
 NiCrSi-NiSi(N) or Cu-CuNi(T)
 1 or 2xPt100 or Pt1000
 Recommended max. temperature **.....acc. to Table 1

Type	Diameter					
	1	1,5	2	3	4,5	6
J	315°C	315°C	400°C	450°C	550°C	700°C
K	760°C	760°C	800°C	900°C	1000°C	1200°C
N	—	—	—	900°C	—	1200°C
T	—	—	—	350°C	—	350°C
Pt100	—	—	—	600°C	—	600°C

Thermocouple class.....2 or 1 acc. to PN-EN 60584
 Resistor class.....B or A acc. to PN-EN 60751
 Measuring junction type.....insulated or grounded
 Sheath material.....acid-resistant steel (for J, T and
 Pt100), Inconel 600 (for K,N)***
 Acceptable vibrations.....5 to 80 Hz, up to 5g
 Acceptable working pressure.....4 MPa
 Temperature of air surrounding the exposed wire ends...-40...150°C
 Time constant T_{05} (air – 0,4 m/s).....

Diameter d [mm]	Insulated junction [s]	Grounded junction [s]	Pt100 [s]
1	0,15	0,06	—
1,5	0,25	0,13	—
3	1,2	0,22	1,5
6	4	0,6	4,5

Minimum bend radius.....5xd
 (in case of resistance sensors bending of 50 mm long sensor termination is forbidden)
 Sensor length L.....any, sensor with L>500 mm
 distributed coiled.
 Compensation cable length L_kany

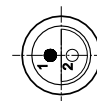
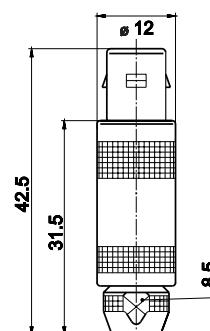
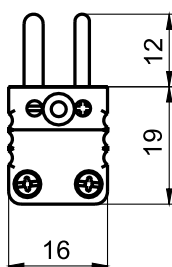
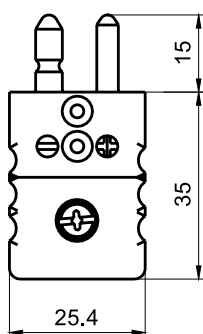
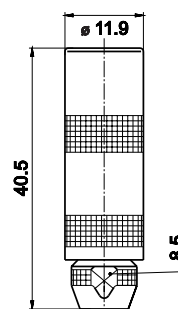
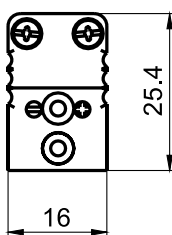
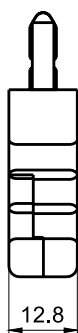
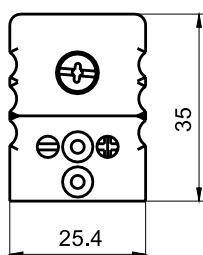
* - minimum sheath diameter for double thermocouple is 2 mm;

- Pt sensor diameter 3 and 6 mm, XL version of sensor diameter 6 mm

** - given temperature is the temperature of clean air and refers to class 2 thermocouple and class B resistance sensors

*** - thermocouple K and N, class 1, with diameter 6 mm -only up to 1000°C, resistance sensors, class A up to 400°C, special 6 mm mineral insulated cable OMEGACLAND **XL** for thermocouple K and N, class 2, allows its use in air up to 1335°C

Connection head type BA.....	IP55, ambient temperature -40÷100°C
NAA.....	IP65, ambient temperature -40÷100°C
MAA.....	IP54, ambient temperature -40÷100°C
Head transmitters type	LTT, FLEX TOP, TxBlock, 248HA ambient temperature -40÷85°C
Flat plugs and sockets (mini up to ø4,5).....	dimensions as below, sheath material: (standard to ø6) Nylon filled with fiberglass, operating temperature up to 200°C
LEMO plugs and sockets (up to ø4,5).....	dimensions as below, material: plated brass, operating temperature up to 250 °C



3. Properties of sheath materials.

acid-resistant steel

max. operating temperature..... in air 850 °C
 resistance to carbon dioxide.....650 °C
 resistance to intercrystalline corrosion
 good resistance to oxidizing atmosphere
 good resistance to alkaline compounds, organic and most
 inorganic acids, except HCl i H₂SO₄

Inconel 600

max. operating temperature in air.....1200 °C
 resistance to carbon dioxide.....500 °C
 resistance to atmosphere containing sulphur or water vapour..
 up to 500 °C good resistance to oxidizing atmosphere
 resistance to corrosion and low electrochemical corrosion
 in high temperatures it lets through hydrogen

OMEGACLAND

max. operating temperature in air: 1355 °C

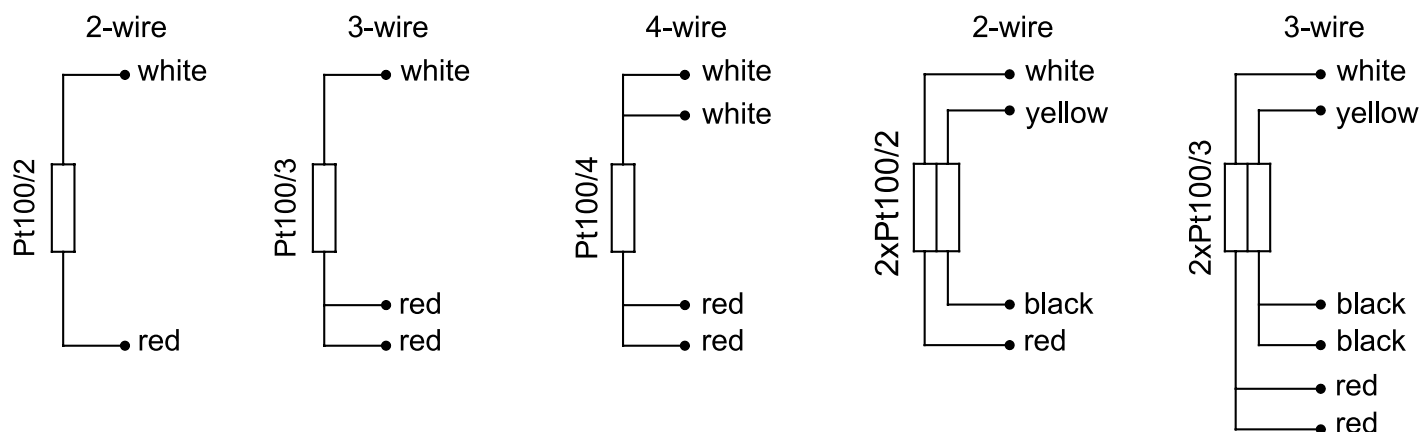
very good resistance to oxidizing atmosphere and carburising as well as chlorination processes low resistance to sulphur containing atmosphere

4. Sensor connection.**Terminal block**

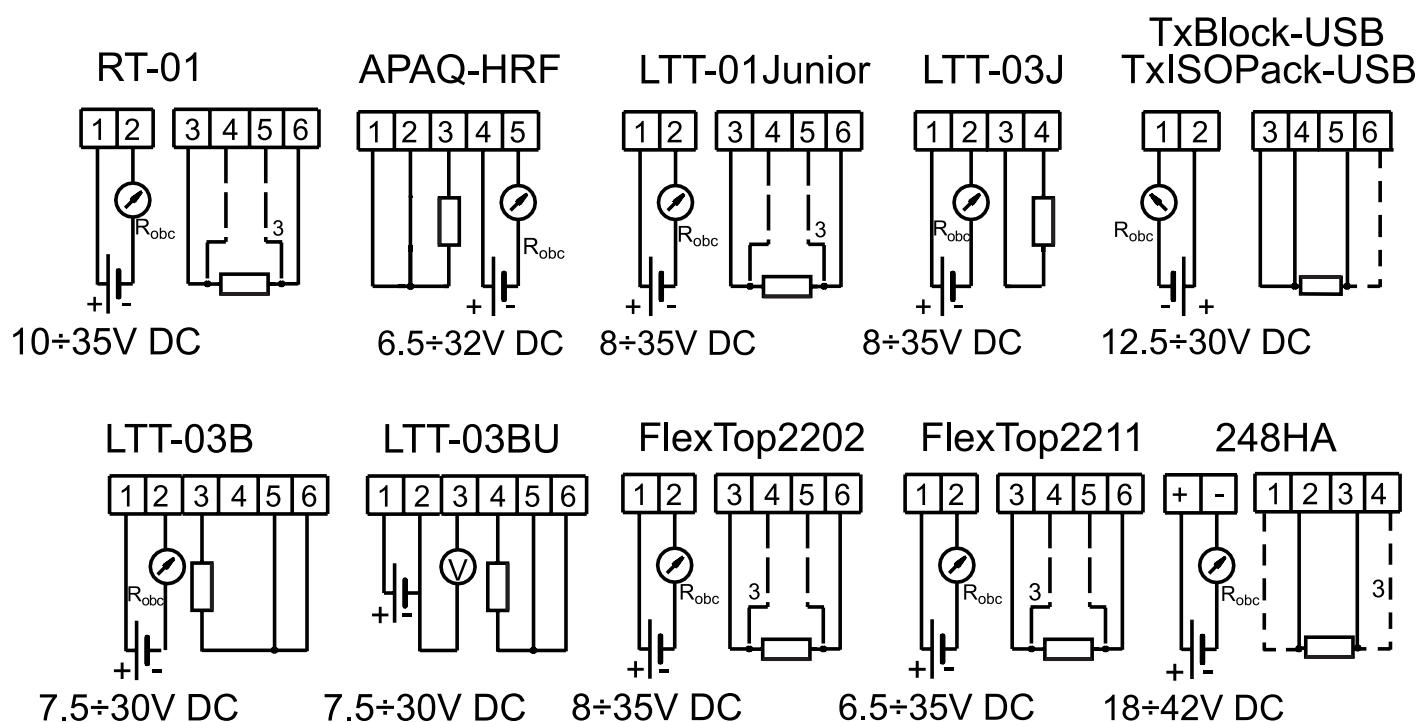
Since thermocouple sensors must be connected with an adequate polarity, a sign “+” thermocouple positive wire is marked on a terminal block for the purpose of proper connection. In case of connecting the thermocouple sensor with outer devices an adequate pole of terminal block must be joined with an adequate pole of wire (proper colour). Terms of connection and colour codes are provided in table:

<i>Type of thermoelectric sensor</i>	<i>Type of wire</i>		<i>Metal Composition</i>		<i>Colour Code „+”</i>		<i>Tolerances</i>		<i>Temperature range</i>
	<i>Compensation</i>	<i>Thermoelectric</i>	<i>Wire +</i>	<i>Wire -</i>	<i>IEC 584 „-”white</i>	<i>ANSI „-”red.</i>	<i>Class 1</i>	<i>Class 2</i>	
J	-	JX	Fe	CuNi	black	white	±1.5	±2.5	-25÷200°C
K	-	KX	NiCr	NiAl	green	yellow	±1.5	±2.5	-25÷200°C
K	KCA	-	Fe	410 Alloy	green	-	-	±2.5	0÷150°C
K	KCB	-	Cu	CuNi	green	-	-	±2.5	0÷100°C
T	-	TX	Cu	CuNi	khaki	blue	±0.5	±1.0	-25÷200°C
N	-	NX	Nicrosil	Nisil	pink	orange	±1.5	±2.5	-25÷200°C
N	NC	-	Cu	278 Alloy	pink	-	-	±2.5	0÷150°C

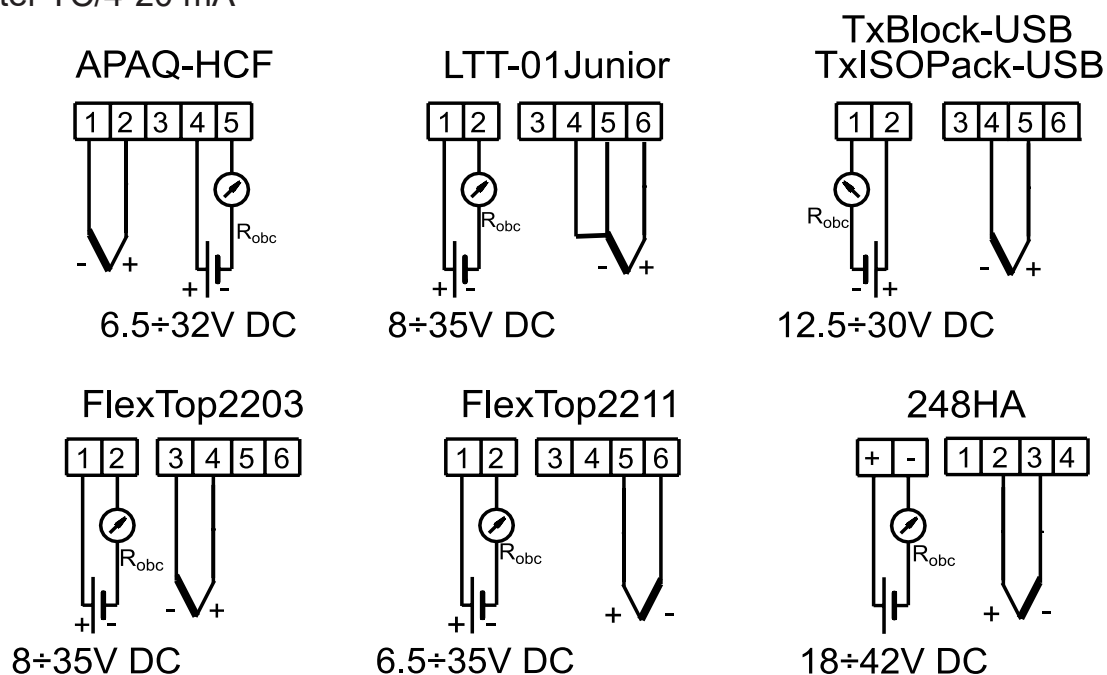
For distinction of resistance sensor connection types, terminal blocks are colour marked acc. to the following scheme:



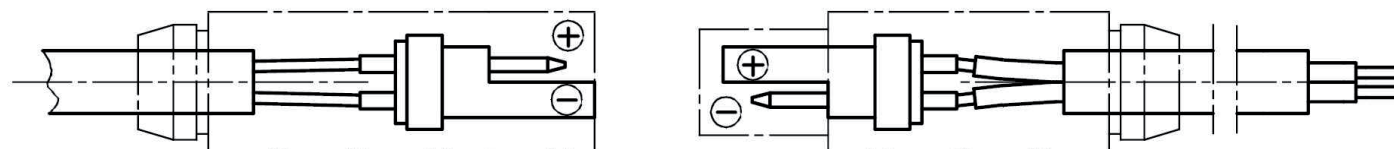
- transmitters RTD/4-20 mA or 0-10 V



- transmitter TC/4-20 mA



- LEMO plug



Recommended compensation and extension cable cross-sections, for connecting sensors with outer devices, acc. to PN-89/M-53859 are 1,0 mm² or 1,5 mm².

General rules for marking (colour coding) of thermocouple sensor cable:

- acc. to PN-EN 60584-3 – colour of the outer insulation and positive conductor that is assigned to positive thermocouple element is the same ; negative conductor colour always white.

5. Cable outer diameters for cable glands.

- Cable gland: Pg9, M16x1,5 cable diameter /ø3÷9 mm/
- Cable gland: Pg16, M20x1,5 cable diameter /ø4÷12,5 mm/

6. Packing and storing instructions, transportation.

For the purpose of transportation temperature sensors should be properly packed (as multipacks and/or individual packages) in order to avoid any damage. They should be stored indoor in their original packages; the indoor air must be free of vapours and/or aggressive substances, the indoor air must range from +5°C to 50°C, and the relative humidity must not exceed 85%. Whilst being transported, the sensors must be protected against shifting inside the packaging. Temperature sensors can be transported by air, by sea and road providing that the direct influence of atmospheric agents is eliminated.

7. Warranty.

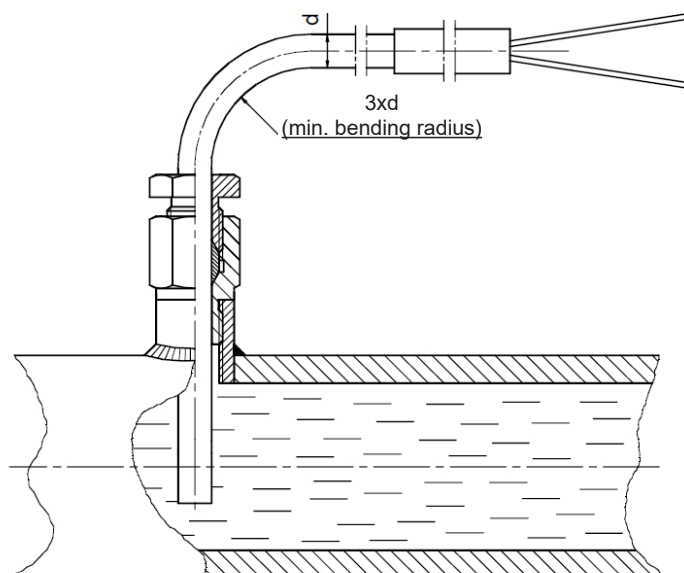
- the Manufacturer provides the original purchaser of the sensor (sensors) with a twelve (12) month warranty and necessary service; for this period, the Manufacturer guarantees the uninterrupted and error free functioning of sensors;
- the twelve (12) month warranty begins on the day of purchase;
- also, the Manufacturer provides the original purchaser of the performed of the sensor with a post-warranty service;
- the warranty voids in the case of any changes in and repairs of the instrument;
- this warranty does not cover damages resulting from improper transportation, nor defect and errors caused by bad handling or misuse which does not comply with the provisions as set forth in this Operation Manual.
- this warranty does not cover damage of the sheath working in environment different than air and water if this has not been specified in the request for quotation or purchase order.

8. Recommended examples of sensor installation.

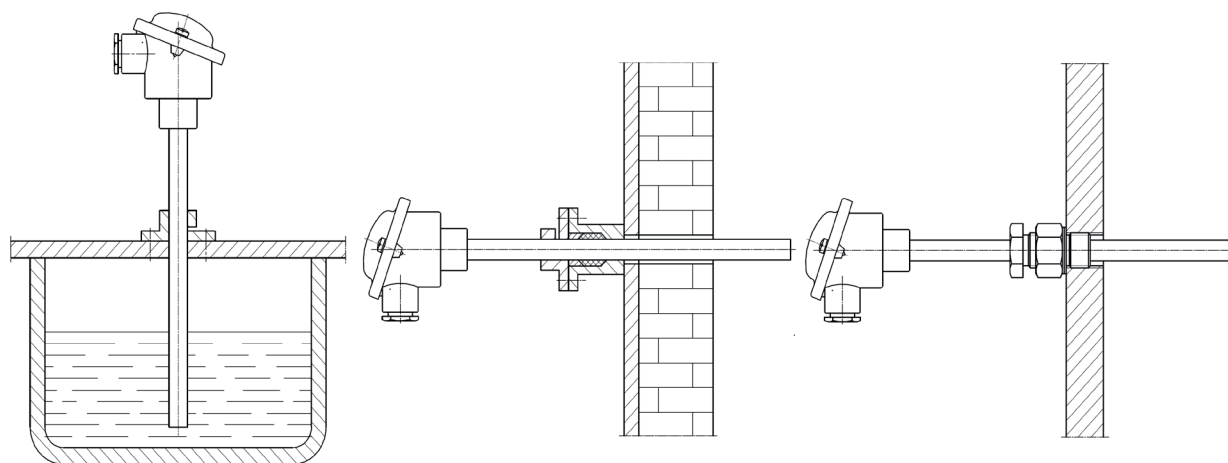
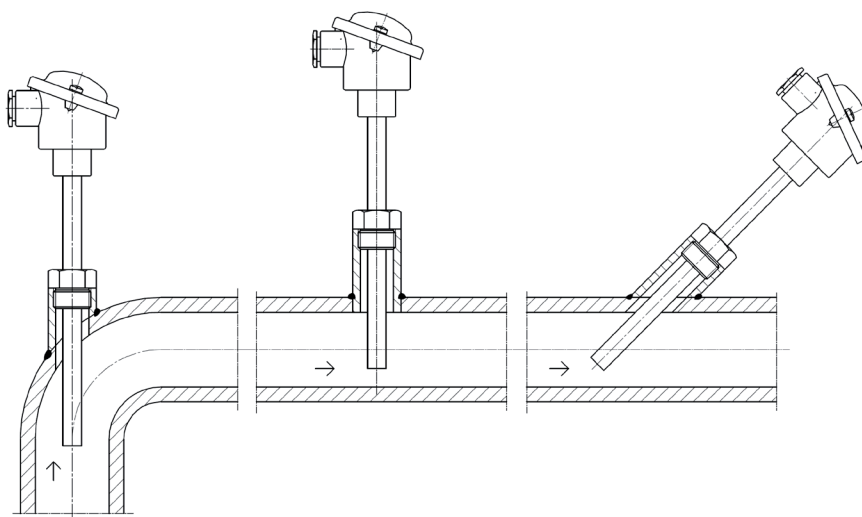
NOTE: Temperature sensor without additional outer sheath can be freely bend providing, however, the following limitations:

1. Bending of 50 mm long tip of resistance sensor is forbidden since it brings the risk of damaging the resistor.
2. Acceptable minimum inner bend radius of mineral insulated metal sheathed cable equals five times its diameter.

- cable sensors



- head sensors



Examples of sensors assembly in the pipeline:

- in pipe elbow (e.g. for pipelines with small diameters)
- parallel to the axis of the pipeline
- at angle to the axis of the pipeline

