

T6 - TERMOELEMENTI ZA UVRTANJE



Pravi termoelementi za uvrtnje namenjeni su za merenje temperature tečnih i gasovitih medija, na niskim i srednjim pritiscima, prvenstveno u posudama i cevovodima.

Električna veza ostvaruje se preko priključne pločice ili transmitera, u priključnoj glavi

Termoelement se direktno montira u medij u kome se meri temperatura.

Osnovni delovi termoelemnta su:

- priključna glava,
- spoljašnja zaštitna cev,
- merni uložak,
- procesna konekcija.

Priključna glava termoelementa može biti raznih dimenzija i oblika, a definiše se preko konfiguratora.

Spoljašnja zaštitna cev termoelementa je od materijala izabranog tako da odgovaraju uslovima procesa i direktno je uronjena u medij u kome se meri temperatura.

Merni uložak može da bude u klasičnoj i mantel izvedbi sa različitim tipovima termoparova (J, K, N, T) koji se definišu preko obrasca Informacije za naručivanje. Preporučujemo mantel izvedbu, koja ima niz prednosti:

- ne dolazi do kontaminacije i oksidacije toplog kraja termopara, jer se nalazi u visoko komprimovanom magnezijum oskidu bez prisustva kiseonika,
- brži odziv,
- velika otpornost na vibracije,
- veća pouzdanost u radu,
- duži eksploatacioni vek.

Jedina prednost klasičnog mernog uloška je niža cena.

Procesna konekcija ostvaruje se pomoću priključaka različitih oblika i dimenzija.

Tehničke karakteristike

Osnovne tehničke karakteristike specificirane su u konfiguratoru.

Popunjavanjem konfiguratora generiše se kod za naručivanje, koji definiše proizvod.

Ugradna dužina termoelementa može biti:

- konstantna (ostvaruje se pomoću procesnog priključka koji je zavaren za zaštitnu cev),
- podešavajuća (ostvaruje se pomoću kompresionog priključka, koji je pomičan duž zaštitne cevi).

Primena

- hemijska industrija,
- industrija nafte,
- termoelektrane i hidroelektrane,
- prehrambena industrija,
- farmaceutska industrija
- građevinske mašine, postrojenja, posude...

Princip merenja

Termopar se sastoji od dve termoelektrode od materijala različite provodljivosti koje su spojene jedna sa drugom sa dva spoja (topli i hladni), tako da čine jedno električno kolo.

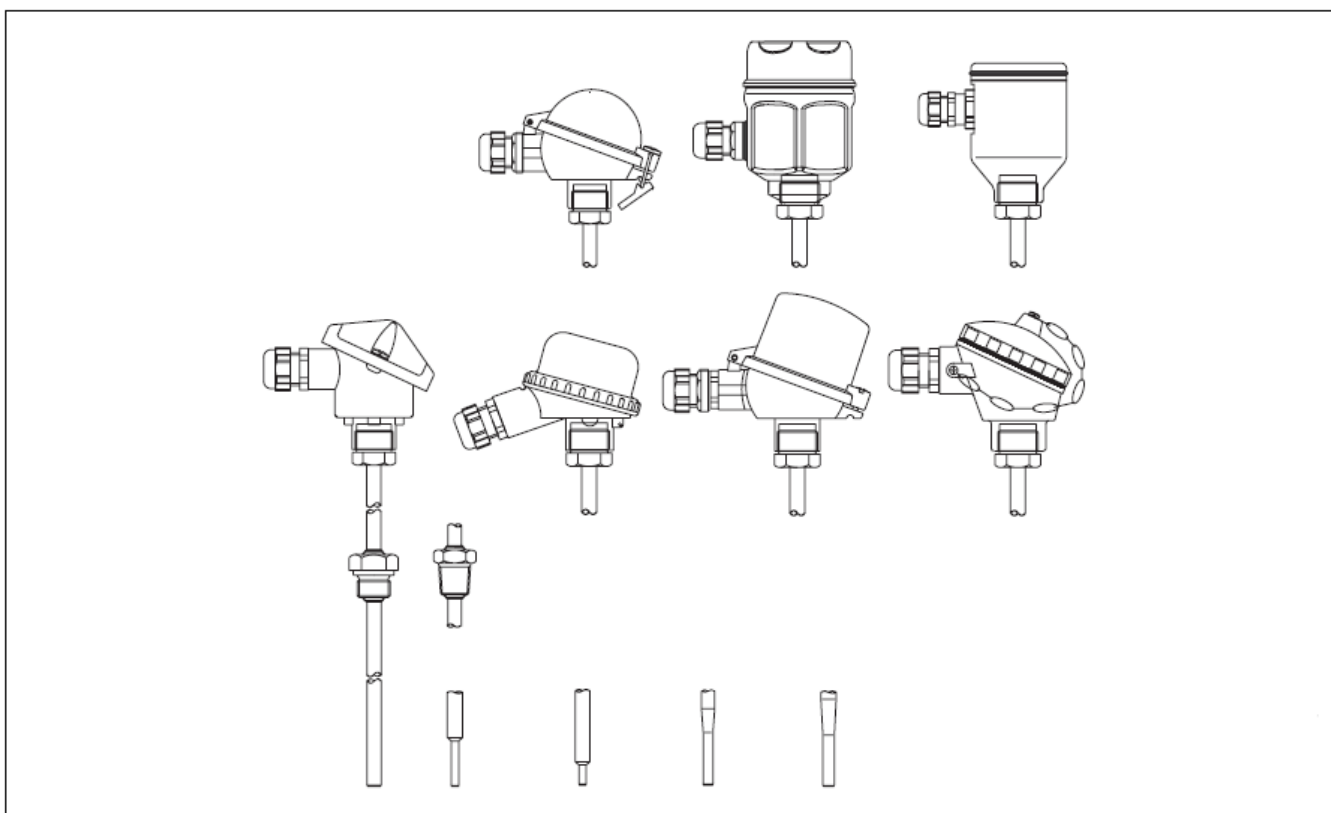
Kada je jedan spoj (topli spoj) na temperaturi T_1 , a drugi (hladni spoj) na temperaturi T_2 , u kolu se generiše elektromotorna sila čija vrednost zavisi od korišćenih materijala i vrednosti temperatura T_1 i T_2 . Ovaj efekat na kome su zasnovana termoelektrična merenja temperature, poznat je kao Zebekov efekat.

U jednom industrijskom termoelementu, jedan spoj termopara (topli spoj) je merni spoj (izložen temperaturi koji se meri) a drugi spoj (hladni spoj) je referentni spoj koji je na poznatoj – referentnoj temperaturi sa kojom se poredi merena temperatura.

Vrednosti termonapona u mV u zavisnosti od temperature, za termoparove Tip J, K, N i T, ..., date su u tabeli 5.

Sastavni delovi

Na sledećoj slici prikazani su termoelementi, iz **Grupe T6**, sa različitim priključnim glavama, procesnim konekcijama i krajevima zaštitnih cevi.



Termoelementi **Grupe T6** se sastoje od mernog uložka, zaštitne cevi i priključne glave u koju može biti ugrađena keramička pločica sa terminalima za električno povezivanje ili transmiter. Konstrukcija termoelementa je u skladu sa smernicama iz standarda DIN 43729 (priključna glava), DIN 43772 (zaštitne cevi) i DIN 43762 (merni ulošci).

Primena navedenih standarda u proizvodnji termoelemenata garantuje veoma visok stepen izdržljivosti i stabilan rad u najrazličitijim industrijskim procesima. Merni uložak – mantel konstrukcija je promenljiv i smešten je u zaštitnoj cevi.

Osnovno izvođenje termoelemenata je sa keramičkom pločicom u priključnoj glavi, a po zahtevu, u priključnu glavu se može ugraditi transmiter, programiran u skladu sa specifikacijom kupca.

Termoparovi tipa J, K, N, T, u mernom uložku, su postavljeni tako da je kraj mernog uložka blizu vrha zaštitne cevi,

Zaštitne cevi se prave od bešavnih cevi prečnika 9 ili 11 mm. Finalna zaštitna cev može je prava (istog prečnika celom dužinom).

Termoelemnet se ugrađuje u proces (cevovod ili rezervoar) pomoću procesnog priključka (postoji širok spektar priključaka – videti poglavlje „sastavni delovi“).

Električna struktura termoelemenata je uvek usaglašena sa zahtevima standarda IEC 60584. Termopar u mernom ulošku ili je izolovan ili je izveden na masu (prema specifikaciji kupca).

Kućište priključne glave može biti od različitih materijala: aluminijuma, nerđajućeg čelika, polipropilena. Način ugradnje priključne glave na zaštitnu cev i kablovska uvodnica obezbeđuju minimalni stepen zaštite IP 65.

Materijal

Delovi koji su u kontaktu sa radnom sredinom su od SS304/1.4301; SS316Ti/1.4571 ili Inconel 600.

Težina

Od 0,5 do 2,5 kg za standardna izvođenja.

Radne karakteristike

Radni uslovi

Temperature ambijenta

Priključna glava

Temperatura u °C

Bez trasmitera

Metalna glava: od -40 do 100° C

Glava od poliamida: od -40 do 85° C

Sa trasmiterom

od -40 do 85° C

Sa kermičkom pločicom

od -40 do 85° C

Procesna temperatura

Ograničena je materijalom zaštitnih cevi i iznosi za:

–SS316L/1.4404

< 600°C

–SS316Ti/1.4571

< 800°C

–Inconel 600

< 1100°C

Maksimalni procesni pritisak

Vrednosti pritiska kojima zaštitne cevi mogu biti izložene na različitim temperaturama prikazane su na dijagramu 1.

Za cev prečnika 9 mm, sa ograničenom brzinom strujanja, maksimalno dozvoljeni pritisci su:

–50 bar (5 Mpa)

na 20°C

–33 bar (3,3 Mpa)

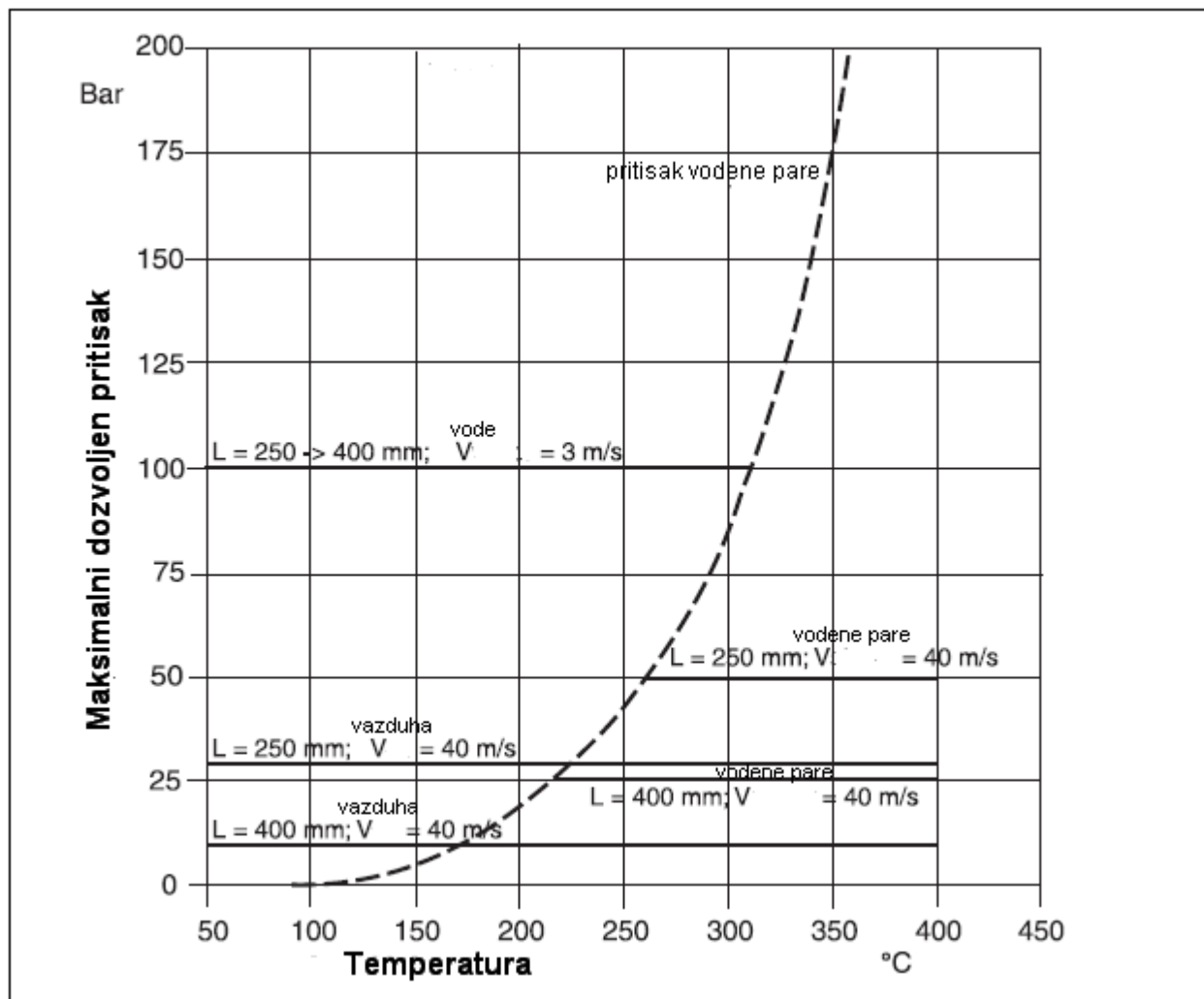
na 250°C

–24 bar (2,4 Mpa)

na 400°C

Maksimalni protok

Veličina protoka, zavisi od zaštitne cevi i smanjuje se sa povećanjem dužine zaštitne cevi/mernog uloška. Neki informativni pokazatelji mogu se videti na dijagramu 1.



Dijagram 1: Pritisak – temperatura za pravu cev \varnothing 11 od materijala SS316Ti/1.4571

Tačnost (sigurnost)

Maksimalne greške

Standardom IEC 60584 definisane su standardne vrednosti i tolerancije (dozvoljene greške) termoparova i prikazane su u Tabeli 3..

Standardne klase tačnosti za termoparove tip J, K, N, T,..., su klasa 2.

Tabela 3: Dozvoljene greške merenja

Tip	Standardna tolerancija (IEC 60584)		Redukovana tolerancija (IEC 60584)	
	Kl.	Dozvoljena greška merenja	Kl.	Dozvoljena greška merenja
J Fe-CuNi	2	$\pm 2,5^{\circ}\text{C}$ (-40...333) $^{\circ}\text{C}$ $\pm 0,0075 t $ (333...750) $^{\circ}\text{C}$	1	$\pm 1,5^{\circ}\text{C}$ (-40...375) $^{\circ}\text{C}$ $\pm (0,004 t)$ (375...750) $^{\circ}\text{C}$
K NiCr-Ni	2	$\pm 2,5^{\circ}\text{C}$ (-40...333) $^{\circ}\text{C}$ $\pm 0,0075 t $ (333...1200) $^{\circ}\text{C}$	1	$\pm 1,5^{\circ}\text{C}$ (-40...375) $^{\circ}\text{C}$ $\pm (0,004 t)$ (375...1200) $^{\circ}\text{C}$
N NiCrSi-NiSi	2	$\pm 2,5^{\circ}\text{C}$ (-40...333) $^{\circ}\text{C}$ $\pm 0,0075 t $ (333...1200) $^{\circ}\text{C}$	1	$\pm 1,5^{\circ}\text{C}$ (-40...375) $^{\circ}\text{C}$ $\pm (0,004 t)$ (375...1200) $^{\circ}\text{C}$
T Cu-CuNi	2	$\pm 1^{\circ}\text{C}$ (-40...133) $^{\circ}\text{C}$ $\pm 0,0075 t $ (133...350) $^{\circ}\text{C}$	1	$\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ (-40...125) $^{\circ}\text{C}$ $\pm (0,004 t)$ (125...350) $^{\circ}\text{C}$

$|t|$ = apsolutna vrednost u $^{\circ}\text{C}$

Vreme odziva

Ispitivanja u vodi pri brzini strujanja 0,4 m/s, promena temperature od 23 $^{\circ}\text{C}$ do 33 $^{\circ}\text{C}$. U sledećoj tabeli prikazano je vreme odziva za merne uloške sa termoparovima, bez transmitera

Prečnik cevi (mm)	Tip termopara	Vreme odziva	Spoj na masu			Izolovan spoj		
			Red. tip cevi	Konusan tip cevi	Pravi tip cevi	Red. tip cevi	Konusan tip cevi	Pravi tip cevi
9	J, K, N, T	τ_{50}	5,5 s 13 s	9 s 31 s	15 s 46 s	6 s 14 s	9,5 s 33 s	16 s 49 s
		τ_{90}						
11	J, K, N, T	τ_{50}	5,5 s 13 s	- -	15 s 46 s	6 s 14 s	- -	16 s 49 s
		τ_{90}						

Otpornost izolacije

Otpornost izolacije između svakog terminala i omotača mernog uložka (prema IEC60584 proverava se pri ispitnom naponu od 100 V DC i vrednosti su veće od 100M Ω , na ambijentnoj temperaturi.:

Ugradnja

Orijentacija

Ne zahteva se

Instrukcije za ugradnju

Da bi se termoelementi **Grupe T6** mogli ugraditi na zid cevovoda ili sudova ili drugih delova postrojenja mora biti ostvareno da priključak na termoelementu odgovara priključku u procesu.

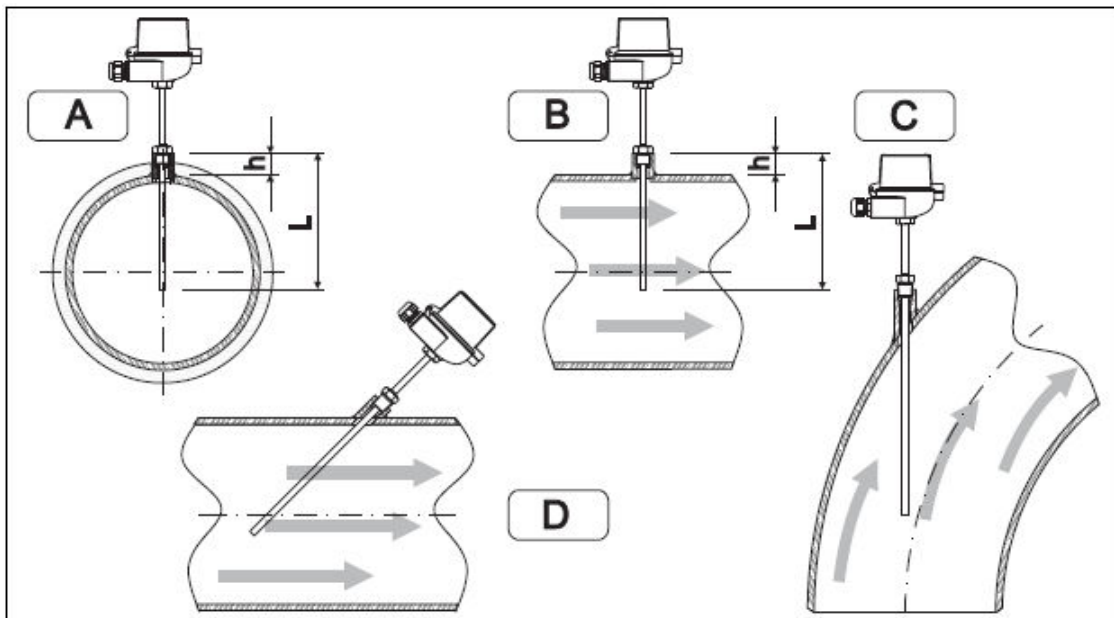
Dubina uranjanja može uticati na tačnost merenja. Ako je dubina uranjanja isuviše mala, greška može biti generisana za vreme niskih temperatura u procesnom fluidu, blizu zidova i prenošenja toplote. Ova greška može biti izbegnuta ako postoji velika razlika između temperature u procesu i ambijentne temperature. Da bi se postigla tačnost , zaštitna cev treba da ima mali prečnik i, po mogućstvu, dubina uranjanja da bude najmanje 80 – 100 mm.

U cevovodima malog poprečnog preseka, vrh cevi termoelementa mora da pređe osnu liniju cevovoda. (primer A -B) Izolovanjem spoljašnjih delova termoelementa smanjuje se efekat koji nastaje zbog male dužine uranjanja.

Drugo rešenje može biti ugradnja termoelemenata pod uglom (primeri C – D). U procesima gde su uključeni gasovi na vrlo visokim temperaturama (od 500 do 600°C), gde je efekat zračenja najbitniji, uranjajuća dužina može biti sekundarni problem. U slučaju protoka dve faze, posebnu pažnju obratiti na izbor merne tačke da nebi došlo do toga da merna tačka ne bude na mestu na kome bi dolazilo do promene (fluktuacije) detektovanih temperatura.

U vezi sa korozijom, osnovni materijali za delove koji su u kontaktu sa procesom (SS 316L/1.4404; SS 316Ti/1.4571 i Inconel 600/2.4816), su otporni na tačkastu koroziju, čak i do najviših temperatura primene.

Za više informacija o primeni ovih termoelemenata kontaktirajte TERMOTEHNA-tehnička služba.



Primeri ugradnje termoelemenata Grupe T6:

A – B: U cevovodima sa malim poprečnim presekom, vrh zaštitne cevi senzora mora preći centralnu liniju cevovoda (=L); C – D: Kosa ugradnja

Ugradna dužina termoelementa utiče na tačnost. Ako je ugradna dužina mala, grešku merenja izaziva toplota koja se prenosi preko procesnog priključka i zidova cevovoda.

Pri ugradnji u cevovode idealno je da ugradna dužina mora biti veća od polovine prečnika cevovoda.

Minimalna ugradna dužina = 80 do 100 mm, odnosno 8 x prečnik zaštitne cevi senzora

Napomena:

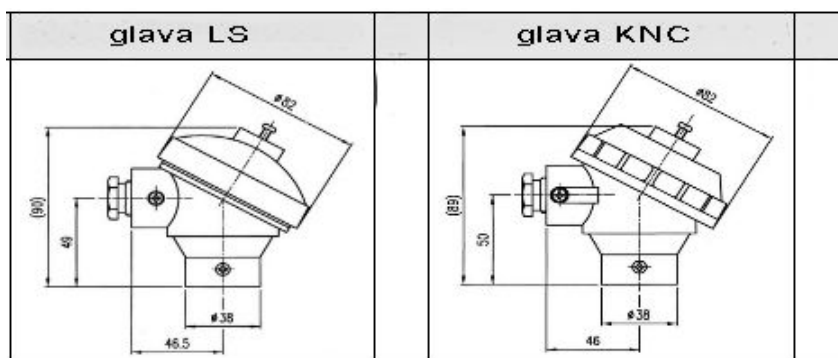
Kada pri ugradnji nije moguće ostvariti da ugradna dužina bude veća od polovine prečnika cevovoda, onda ići na ugradnju pod uglom (primeri C-D)

Sastavni delovi

Priključne glave

Sve priključne glave imaju unutrašnji oblik i veličinu u skladu sa DIN 43729. Konekcija sa termoelementom može biti priključak M24x1.5, 1/2", 1/2" NPT. Na slikama, koje slede prikazani su oblici priključnih glava. Sve mere su u mm. Kablovske uvednice su M20x1,5 ili 1/2 NPT

glava BA-KL	Ex	glava BSS	
glava B (DIN 43729)		glava KPP	



Oblici i dimenzije priključnih glava

Transmiteri

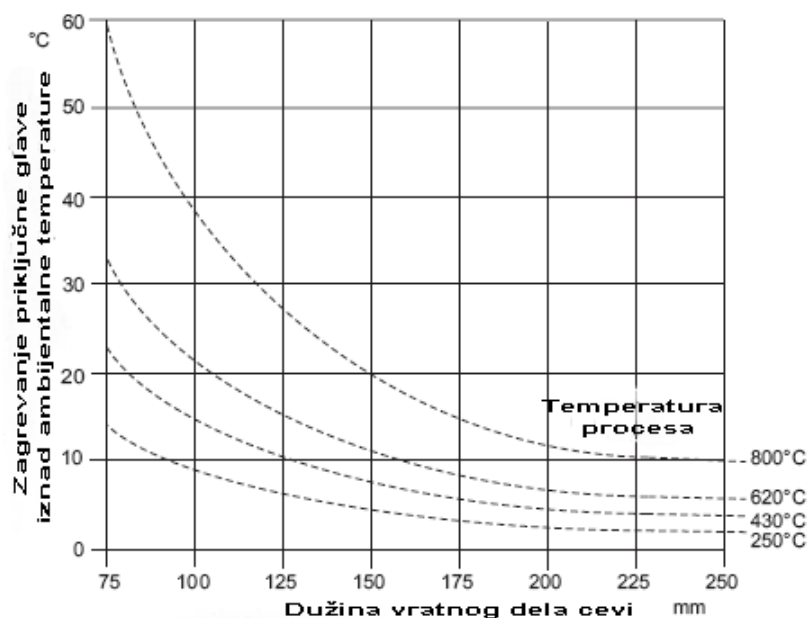
Mogu se primeniti sledeći transmiteri:

- › PC programabilni transmiteri 4...20 mA (galvanski izolovani)
- › Transmiteri sa HART protokolom (galvanski izolovani), izlaz sadrži 4...20 mA i HART superponirane signale
- › Transmiteri (galvanski izolovani) PROFIBUS PA izlaznim signalom, komunikaciona adresa može biti setovana preko odgovarajućeg softvera ili pomoću mehaničkih prekidača. Kupac može zahtevati željenu konfiguraciju tokom procesa poručivanja.

Ako se transmiteri ugrađuju na DIN šinu, u priključnu glavu se ugrađuju keramičke pločice.

Vratna cev

Vratna cev je deo između procesnog priključka i priključne glave. Uobičajeno je da je prečnik vratne cevi isti kao i prečnik cevi ispod priključka za konekciju. Kao što je prikazano na sledećoj slici, dužina vratnog dela cevi ima uticaja na temperaturu u priključnoj glavi. Neophodno je da ta temperatura bude u granicama navedenim u poglavlju „radni uslovi“.



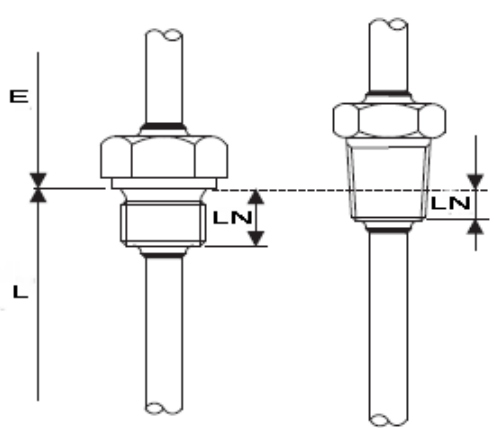
Procesna konekcija

Standardni procesni priključci su:

- M20 x 1,5
- R1/2" i R1"
- 1/2" i 3/4" NPT

Ostale varijante, po zahtevu.

Na sledećoj slici prikazani su standardni priključci

Procesni priključak		Izvođenje		Dužina navoja LN u mm
Cilindrični	Konusni	M	20 x 1,5	14
		R	1/2"	15
			1"	18
			3/4"	15
		NPT	1/2" 3/4"	8 8,5

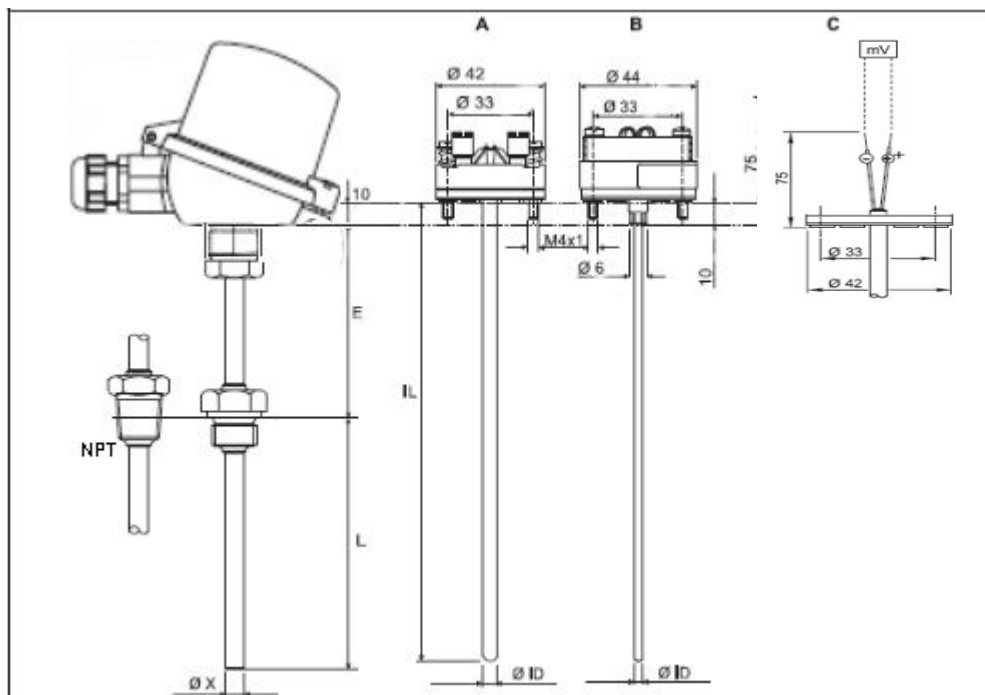
Merni ulošci

U termoelemente za uvrtnanje **Grupe T6** ugrađuju se merni ulošci – mantel konstrukcija.

Dužine umetanja mernih uložaka zavisi od nazivne dužine (L) termoelementa. Standardne nazivne dužine su 160 i 250mm. Mogu se isporučiti i termoelementi nestandardnih, nazivnih, dužina, ukoliko korisnik to zahteva.

Pri zameni mernog uložka, dužina uložka (Lu) mora da odgovara nazivnoj dužini termoelementa (L).

Prikaz sastavnih delova – funkcionalnih komponenti termoelementa Grupe T6



A - Model sa ugrađenom keram. pločicom

B - Model sa transmiterom za priklj. glavu

C - Model sa slobodnim krajevima

Lv - Vratni deo cevi

du - Prečnik mernog uložka

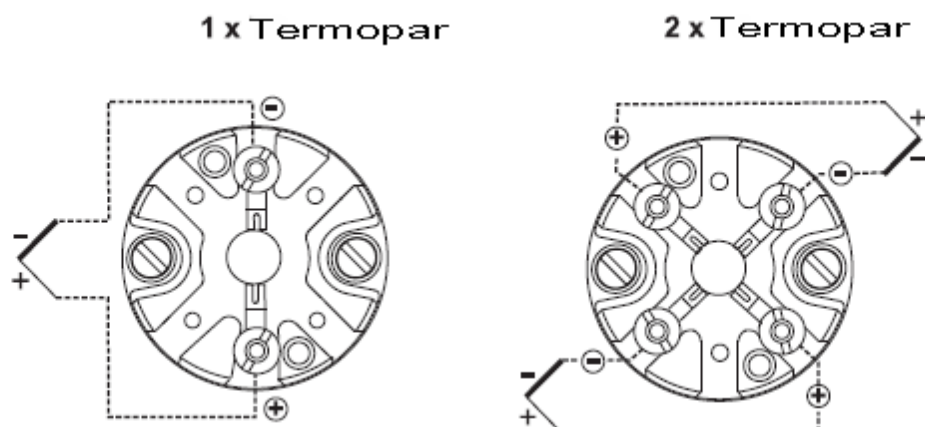
Lu - Dužina uložka = L + Lv + 10mm

L - Nazivna dužina

D - Prečnik zaštitne cevi

Dijagrami ožičenja

Prikazan je način povezivanja termopara na keramičku pločicu u priključnoj glavi;



Transmiteri

Primenjuju se sledeći transmiteri

- PC programabilni transmiteri 4...20 mA (galvanski izolovani)
- Transmiteri sa HART protokolom (galvanski izolovani), izlaz sadrži 4...20 mA i HART superponirane signale
- Transmiteri (galvanski izolovani) PROFIBUS PA izlaznim signalom, komunikaciona adresa može biti setovana preko odgovarajućeg softvera ili pomoću mehaničkih prekidača. Kupac može zahtevati željenu konfiguraciju tokom procesa poručivanja

Ako se transmiteri ugrađuju na DIN šinu, u priključnu glavu se ugrađuju keramičke pločice.

Uverenja, sertifikati

Uverenja

- Uverenje o etaloniranju merila
- Uverenja o etaloniranju laboratorijske opreme
- Sertifikat o akreditaciji laboratorije za temperature – akreditacioni br.: 02-058

Sertifikati

- Sertifikat za otporne termoemtre i termoelemente za eksplozivne atmosfera
 - Ex oznaka: Ex e II T4...T6 (Zona 1 i 2)
 - Ex oznaka: Ex e ia II CT4...T6 (Zona 0, 1 i 2)

Ostali detalji

Održavanje

Termoelementni iz **Grupe T5**, ne zahtevaju neko posebno održavanje.

Preporučuju se periodični pregledi, jer mehanička opterećenja i termički šokovi, agresivne sredine, pojava abrazije mogu izazvati oštećenja čaurei.

Takođe, preporučuje se etaloniranje termoparova, jedanput godišnje, od strane ovlašćene laboratorije, a u skladu sa Zakonom.

Tabela : Kataloške šifre za standardne termoelemente Grupe T6

Temperatura	Termopar	Materijal Zaštitne cevi	Nazivna dužina L [mm]	Merni uložak Ø6 dužina Lu [mm]	Kataloški broj	
					1xPt 100	2xPt 100
do 400°C	Fe-CuNi Tip J Prema IEC 60584-1 U mantelu mernom ulošku	Ø9x1,5 Č.4574 W.Nr.1.4571	160	315	T6-1111	T6-2111
			250	405	T6-1112	T6-2112
do 400°C	NiCr-NiAl, Tip K Prema IEC 60584-1 u mantel mernom ulošku	Ø9x1,5 Č.4574 W.Nr.1.4571	160	315	T6-1211	T6-2211
			250	405	T6-1212	T6-2212
do 500°C	Fe-CuNi Tip J Prema IEC 60584-1 U mantelu mernom ulošku	Ø11x2 Č.7400 W.Nr.1.7335	160	315	T6-1121	T6-2121
			250	405	T6-1122	T6-2122
do 500°C	NiCr-NiAl, Tip K Prema IEC 60584-1 u mantel mernom ulošku	Ø11x2 Č.7400 W.Nr.1.7335	160	315	T6-1221	T6-2221
			250	405	T6-1222	T6-2222

Tabela 5: Vrednosti termonapona u mV u zavisnosti od temperature

Termopar Fe-CuNi, Tip J, prema IEC 60584-1 – Vrednosti termonapona u mV

°C	0	- 10	- 20	- 30	- 40	- 50	- 60	- 70	- 80	- 90
- 200	- 7,890	- 8,096								
- 100	- 4,632	- 5,036	- 5,426	- 5,801	- 6,159	- 6,499	- 6,821	- 7,122	- 7,402	- 7,659
0	0	- 0,501	- 0,995	- 1,481	- 1,960	- 2,431	- 2,892	- 3,344	- 3,785	- 4,215
°C	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
0	0	0,507	1,019	1,536	2,058	2,585	3,115	3,649	4,186	4,725
100	5,268	5,812	6,359	6,907	7,457	8,008	8,560	9,113	9,667	10,222
200	10,777	11,332	11,887	12,442	12,998	13,553	14,108	14,663	15,217	15,771
300	16,325	16,879	17,432	17,984	18,537	19,089	19,640	20,192	20,743	21,295
400	21,846	22,397	22,949	23,501	24,054	24,607	25,161	25,716	26,272	26,829
500	27,388	27,949	28,511	29,075	29,642	30,210	30,762	31,356	31,933	32,513
600	33,096	33,683	34,273	34,867	35,464	36,066	36,671	37,280	37,893	38,510
700	39,130	39,754	40,382	41,013	41,647	42,283	42,922	43,563	44,207	44,852
800	45,498	46,144	46,790	47,434	48,076	48,716	49,354	49,989	50,621	51,249
900	51,875	52,496	53,115	53,729	54,341	54,948	55,553	56,155	56,753	57,349

Termopar NiCr-NiAl, Tip K, prema IEC 60584-1 – Vrednosti termonapona u mV

°C	0	- 10	- 20	- 30	- 40	- 50	- 60	- 70	- 80	- 90
- 100	- 3,553	- 3,852	- 4,138	- 4,410	- 4,669	- 4,912	- 5,141	- 5,354	- 5,550	- 5,730
0	0	- 0,392	- 0,777	- 1,156	- 1,527	- 1,889	- 2,243	- 2,586	- 2,920	- 3,242
°C	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
0	0	0,397	0,798	1,203	1,611	2,022	2,436	2,850	3,266	3,681
100	4,095	4,508	4,919	5,327	5,733	6,137	6,539	6,939	7,338	7,737
200	8,137	8,537	8,938	9,341	9,745	10,151	10,560	10,969	11,381	11,793
300	12,207	12,623	13,039	13,456	13,874	14,292	14,712	15,132	15,552	15,974
400	16,395	16,818	17,241	17,664	18,088	18,513	18,938	19,363	19,788	20,214
500	20,640	21,066	21,493	21,919	22,346	22,772	23,196	23,624	24,050	24,476
600	24,902	25,327	25,751	26,176	26,599	27,022	27,445	27,867	28,288	28,709
700	29,128	29,547	29,965	30,383	30,799	31,214	31,629	32,042	32,455	32,866
800	33,277	33,686	34,095	34,502	34,909	35,314	35,718	36,121	36,524	36,925
900	37,325	37,724	38,122	38,519	38,915	39,310	39,703	40,096	40,488	40,879
1000	41,269	41,657	42,045	42,432	42,817	43,202	43,585	43,968	44,349	44,729
1100	45,108	45,486	45,863	46,238	46,612	46,985	47,356	47,726	48,095	48,462
1200	48,828	49,192	49,555	49,916	50,276	50,633	50,990	51,344	51,697	52,049
1300	52,398	52,747	53,093	53,439	53,782	54,125	54,466	54,807		

Termopar NiCrSi-NiSi, Tip N, prema IEC 60584-1 – Vrednosti termonapona u mV

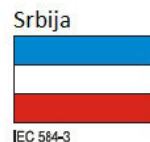
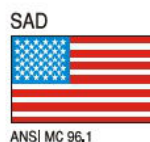
°C	0	- 10	- 20	- 30	- 40	- 50	- 60	- 70	- 80	- 90
- 200	- 3,99	- 4,08	- 4,16	- 4,22	- 4,27					
- 100	- 2,40	- 2,61	- 2,80	- 2,99	- 3,17	- 3,33	- 3,49	- 3,63	- 3,76	- 3,88
0	0	- 0,26	- 0,51	- 0,77	- 1,02	- 1,26	- 1,50	- 1,74	- 1,97	- 2,19
°C	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
0	0	0,26	0,52	0,79	1,06	1,33	1,61	1,90	2,18	2,47
100	2,77	3,07	3,37	3,67	3,98	4,30	4,61	4,93	5,25	5,58
200	5,91	6,24	6,57	6,91	7,25	7,59	7,94	8,28	8,63	8,98
300	9,34	9,69	10,05	10,41	10,77	11,13	11,50	11,86	12,23	12,60
400	12,97	13,34	13,71	14,09	14,46	14,84	15,22	15,60	15,98	16,36
500	16,74	17,12	17,51	17,89	18,28	18,66	19,05	19,44	19,83	20,22
600	20,60	20,99	21,39	21,78	22,17	22,56	22,95	23,34	23,74	24,13
700	24,52	24,91	25,31	25,70	26,09	26,49	26,88	27,27	27,67	28,06
800	28,45	28,84	29,24	29,63	30,02	30,41	30,80	31,19	31,58	31,98
900	32,37	32,75	33,14	33,53	33,92	34,31	34,70	35,08	35,47	35,86
1000	36,24	36,63	37,01	37,40	37,78	38,16	38,55	38,93	39,31	39,69
1100	40,07	40,45	40,83	41,21	41,59	41,96	42,34	42,71	43,09	43,46
1200	43,83	44,20	44,57	44,94	45,31	45,68	46,04	46,41	46,77	47,14
1300	47,50									

Termopar Cu-CuNi, Tip T, prema IEC 60584-1 – Vrednosti termonapona u mV

°C	0	- 10	- 20	- 30	- 40	- 50	- 60	- 70	- 80	- 90
- 100	- 3,37	- 3,65	- 3,92	- 4,17	- 4,41	- 4,64	- 4,86	- 5,06	- 5,26	- 5,43
0	0	- 0,38	- 0,75	- 1,12	- 1,47	- 1,81	- 2,15	- 2,47	- 2,78	- 3,08
°C	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
0	0	0,39	0,78	1,19	1,61	2,03	2,46	2,90	3,35	3,81
100	4,27	4,74	5,22	5,71	6,20	6,70	7,20	7,71	8,23	8,75
200	9,28	9,82	10,36	10,90	11,45	12,01	12,57	13,13	13,70	14,28
300	14,86	15,44	16,03	16,62	17,21	17,81	18,42	19,027	19,63	20,25
400	20,86									

Internacionalne Boje Raspoznavanja za tehniku merenja temperature
International Colour Codes applied to temperature measuring engineering

Tip termopara
thermocouple type



R ⊕ Platina - 13% Rodium
⊖ Platina



S ⊕ Platina - 10% Rodium
⊖ Platina

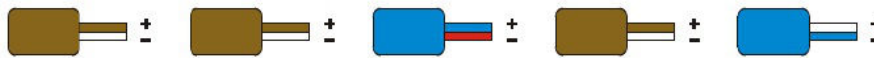
B ⊕ Platina - 30% Rodium
⊖ Platina - 6% Rodium



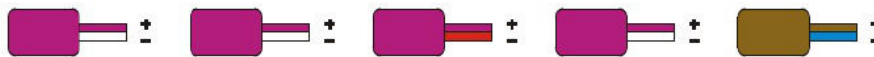
J ⊕ Gvožđe
⊖ Bakar - Nikl



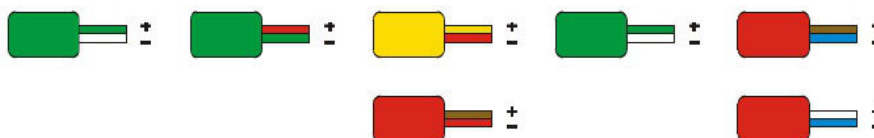
T ⊕ Bakar
⊖ Bakar - Nikl



E ⊕ Nikl - Hrom
⊖ Bakar - Nikl



K ⊕ Nikl - Hrom
⊖ Nikl



N ⊕ Nikl - Hrom - Silicijum
⊖ Nikl - Silicijum



U ⊕ Bakar
⊖ Bakar - Nikl



L ⊕ Gvožđe
⊖ Bakar - Nikl

