

### T3 - UGAONI TERMOELEMENTI



Ugaoni termoelementi su specijalno konstruisani za primenu na povišenim temperaturama i to u sonim kupatilima, rastopljenim metalima za temperature do 1250°C

Električna veza ostvaruje se preko priključne pločice ili transmitera

**Osnovni delovi termoelemnta su:**

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

**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, S) koji se definišu preko konfiguratora.

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.

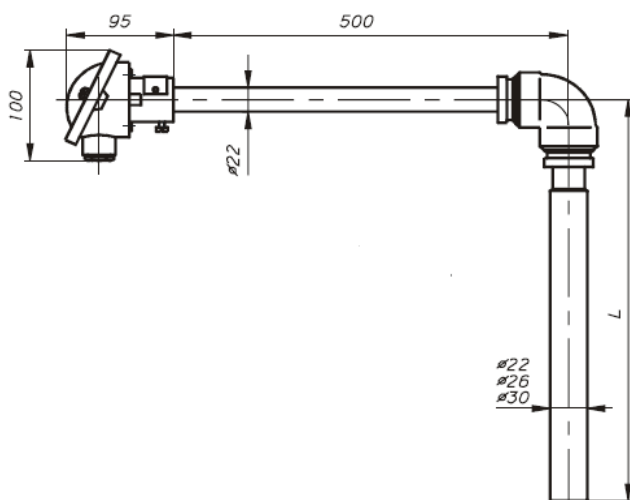
Jedina prednost klasičnog mernog uloška je niža cena.

**Tehničke karakteristike**

Osnovne tehničke karakteristike specificirane su u konfiguratoru. Popunjavanjem konfiguratora generiše se kod za naručivanje, koji definiše proizvod.

**Primena**

- sona kupatila,
- rastopljenim metalima.



## **Oblast primene**

Termoelementi **Grupe T3** nalaze primenu za merenje temperatura u kalionicama (sona kupatila), livnicama - za merenje temperatura rastopljenih metala.

Maksimalna temperatura primene je do 1250°C, termoelementi sa termoparom tip S.

Glavna prednost ovih termoelemenata je njihov vek trajanja koji ih čini pogodnim za primenu u najrazličitijim radnim uslovima gde su prisutne povišene temperature.

## **Funkcionalnost i konstrukcija**

### **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 sa 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**

Termoelementi **Grupe T3** proizvode se u skladu sa odredbama međunarodnog standarda IEC 584. Sastoje se od klasičnog termopara ili mernog uložka – mantel konstrukcija, kolena, unutrašnje zaštitne cevi od keramike KER 610 (kada je ugrađen termopar tip S) i spoljašnje metalne zaštitne cevi, vratne cevi, priključne glave u kojoj može biti ugrađen transmiter ili keramička pločica sa terminalima za električno povezivanje.

### **Termopar - klasična konstrukcija**

Kod ove konstrukcije, odgovarajuće termoelektrode termopara J, K, N, T, S, prethodno spojene u termopar, su umetnute u visoko temperaturno otporne keramičke izolatore.

### **Merni uložak - mantel konstrukcije**

Kod ove konstrukcije termopar je smešten unutar metalnog plašta. Termoelektrode termopara su međusobno, podužno, a i od metalnog plašta izolovane visoko komprimovanim magnezijum oksidom. Materijali omotača mernih uložaka su od: W.Nr 1.4541, W.Nr 2.4816 (Inconel 600), od Nicrobell-a, a sve u zavisnosti od temperature na kojoj se primenjuju.

Standardni materijali i dimenzije termoelektroda za termoparove navedeni su u Tabeli 1.

### **Spoljašnje zaštitne cevi**

Kod termoelemenata **Grupe T3**, kao spoljašnje zaštitne cevi koriste se metalne cevi..

U zavisnosti od temperature i više ili manje od težine radnih uslova u kojima se primenjuju, metalne zaštitne cevi proizvode se od različitih čelika i specijalnih legura, različitih prečnika i debljina zidova:

Primena zaštitnih cevi u velikoj meri zavisi od vrste radnog medija i uslova u njemu.

Vrhovi zaštitnih cevi koji su u radnom medijumu su zavareni specijalnom tehnologijom i garantuju optimalnu mehaničku otpornost i obezbeđuju efektivno merenje temperature, odnosno brz odziv.

Smernice za izbor zaštitnih cevi i njihovu primenu navedene su u Tabeli 2.

### **Priključna glava**

Kod termoelemenata **Grupe T3** koriste se priključne glave, oblik A i B, prema DIN 43729, priključna glava KNH-L u koju se mogu ugraditi transmiter i keramička pločica ili dva transmitera i mnoge druge priključne glave različitih oblika i od različitih materijala. Priključne glave prikazane su na slici

### **Dužina**

Dužine od 500, 710, 1000 se smatraju standardnim.

Termoelementi drugih dužina mogu se poručiti u zavisnosti od specifikacije i tehničkih karakteristika procesa.

### **Materijali**

**Tabela 1: Standardni materijali i dimenzije termoelektroda za termoparove**

Tip termopara	Materijal termoelektroda	Prečnici termoelektroda [mm]
J	(+) Fe / (-) CuNi	1,00; 1,38, 2,00; 2,50; 3,00
K	(+) NiCr / (-) Ni	1,00; 1,38, 2,00; 2,50; 3,00
N	(+) NiCrSi / (-) NiSi	1,00; 1,38, 2,00; 2,50; 3,00
T	(+) Cu / (-) CuNi	1,00; 1,38, 2,00; 2,50; 3,00

**Tabela 2:- Smernice za izbor zaštitnih cevi i njihovu primenu**

Radna sredina	Maksimalna temperatura primene (°C)	Materijal zaštitne cevi
Šalitra	550	W.Nr. 1.1003
Cijan	950	W.Nr. 1.1003
	1150	W.Nr. 1.4841
Soli na bazi hlorida	600 do 1050	W.Nr. 1.4762
Barijumove soli	1300	W.Nr. 2.4867
Natrijumove soli	1000	W.Nr. 1.4541
Aluminijum	700	W.Nr. 1.1003
	700	Utop MO 1
Magnezijum	800	W.Nr. 1.1003
Olovo	600	St. 35.8, emajlirana
	700	Utop MO 1
	800	W.Nr. 1.1003
	900	W.Nr. 1.4841
Cink	480	St. 35.8, emajlirana
	600	W.Nr. 1.1003,
	700	Utop MO 1
	550	W.Nr. 1.1013
	480	W.Nr. 1.4762
	480	W.Nr. 1.4749
Kalaj	650	St. 35.8, emajlirana
	600	Utop MO 1
Bakar	1250	W.Nr. 1.4772
Mesing	900	W.Nr. 1.4762

## **Elektronika:**

Ako kupac želi strujni izlazni signal u priključnu glavu se ugrađuje 2-žični transmiter.

Transmiteri u 2-žičnoj tehnologiji i sa izlaznim signalom od 4-20 mA se veoma lako programiraju uz pomoć personalnog računara, jedinice za programiranje i odgovarajućeg softvera. Transmiteri su galvanski izolovani.

Ako je transmiter predviđen za ugradnju na DIN šinu, onda se u priključnu glavu ugrađuje keramička pločica sa terminalima za električno povezivanje.

## **Performanse**

### **Radni uslovi za priključnu glavu**

Ambijentna temperatura za slučaj kada je priključna glava bez transmitera -40 do 130° C

Ambijentna temperatura za slučaj kada je transmiter ugrađen u priključnu glavu -40 do 85° C

### **Temperatura procesa**

Radni opseg je definisan – određen na osnovu kombinacija tipa termopara i materijala zaštitnih cevi

### **Tačnost (sigurnost)**

### **Maksimalne greške**

Standardom IEC 60584 definisane su standardne vrednosti i tolerancije (dozvoljene greške) termoparova.

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

**Tabela 3: Dozvoljene greške merenja**

Tip	Standardna tolerancija (DIN EN 60584)		Redukovana tolerancija (DIN EN 60584)	
	Kl.	Dozvoljena greška merenja	Kl.	Dozvoljena greška merenja
J Fe-CuNi	2	$\pm 2,5^{\circ}\text{C}$ (-40...333) °C $\pm 0,0075   t  $ (333...750) °C	1	$\pm 1,5^{\circ}\text{C}$ (-40...375) °C $\pm (0,004   t  )$ (375...750) °C
K NiCr-Ni	2	$\pm 2,5^{\circ}\text{C}$ (-40...333) °C $\pm 0,0075   t   v$ (333...1200) °C	1	$\pm 1,5^{\circ}\text{C}$ (-40...375) °C $\pm (0,004   t  )$ (375...1200) °C
N NiCrSi-NiSi	2	$\pm 2,5^{\circ}\text{C}$ (-40...333) °C $\pm 0,0075   t  $ (333...1200) °C	1	$\pm 1,5^{\circ}\text{C}$ (-40...375) °C $\pm (0,004   t  )$ (375...1200) °C
T Cu-CuNi	2	$\pm 1^{\circ}\text{C}$ (-40...133) °C $\pm 0,0075   t  $ (133...350) °C	1	$\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ (-40...125) °C $\pm (0,004   t  )$ (125...350) °C
S PtRh10%-Pt	2	$\pm 1,5^{\circ}\text{C}$ (0...600) °C $\pm 0,0025   t  $ (600...1600) °C	1	$\pm 1^{\circ}\text{C}$ (0...1100) °C $\pm (1+0,003(t-1100))$ (1100...1600) °C

Greška transmitera mora biti dodata grešci termopara, uključujući i kompenzaciju referentnog spoja.

### **Vreme odziva**

Vreme odziva za ove tipove termoparova nije cirkularni parametar. Ukoliko želite tu informaciju kontaktirajte Tehničku službu – TERMOTEHNA.

### **Izolacija**

Otpornost izolacije između električnih terminala na keramičkoj pločici i spoljašnje zaštitne cevi je u potpunosti garantovana procedurama proizvodnje. Kod termoelemenata sa mernim uloškom, prema standardu IEC 1515 vrednost otpora izolacije između terminala i zaštitne cevi je:

- na 25° C, ispitivanje na 500 Vdc > 10 MΩ
- na 500° C, ispitivanje na 500 Vdc > 5 MΩ

### **Samozagrevanje**

- Ne javlja se.

## Ugradnja

### Smernice za ugradnju i održavanje ugaonih termoelemenata T3

Kod elektrodnih peći zaštitna cev termoelementa treba da bude udaljena od elektrode najmanje 100 mm, ako je moguće. Horizontalni deo termoelementa treba da bude (na mestu pričvršćenja) izolovan u odnosu na kućište i ventilaciju podmeštanjem nekog izolacionog materijala, jer bi u suprotnom zaštitna cev delovala kao elektroda i brzo bi se habala na uronjivom delu. Čak i kada se poštuje ovaj propis, brže se skida zaštitna cev okrenuta prema elektrodi.

Obavezno je svakodnevno čišćenje i regeneracija rastopa soli prema preporuci proizvođača. Da bi se produžio vek trajanja termoparova i mernih uložaka, obavezna je svakodnevna vizuelna kontrola istrošenosti spoljašnje zaštitne cevi. Zaštitnu cev treba zameniti pre totalnog oštećenja, da bi merni uložak ili termopar mogao ponovo da se koristi.

Ugaoni termoelement treba da bude fiksno vezan na odgovarajućem nosaču, a koji se podešava prema visini soli ili rastopa u koja varira pri ubacivanju šarže. Termoelement treba da bude postavljen na rubu lonca, da ne bi ometao šaržiranje, a njegova uronjenost u so treba da bude od 150 do maksimalno 300 mm.

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

## Komponente

### Priključna glava

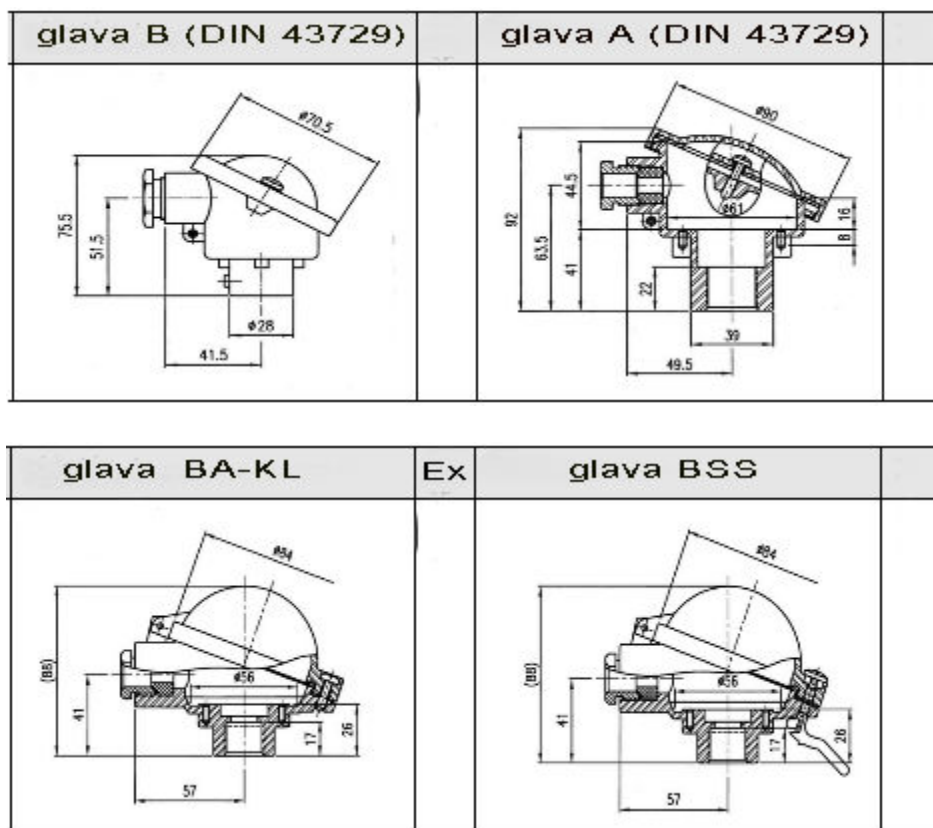
Saglasno odredbama standarda DIN 43729, kućište priključne glave, oblik B, koje sadrži keramičku pločicu sa električnim terminalima ili transmiter, može biti različitog tipa i materijala (npr. obojeni aluminijum, sirovo gvožđe ili nerđajući čelik).

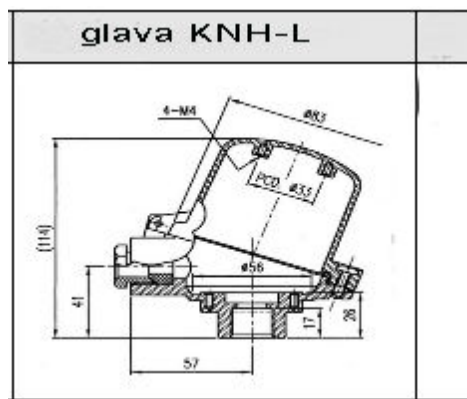
U kućište priključne glave oblik KNH – L moguće je istovremeno ugraditi i keramičku pločicu transmiter ili dva transmitera.

U priključnu glavu oblika A ugrađuju se metalne vratne cevi, prečnika 22, 26 i 32 mm.

U priključnu glavu oblika KNH – L ugrađuju se metalne vratne cevi, prečnika 22 mm.

Priključne glave prikazane su na slici 1.





**Slika 1. Priključne glave**

### **Transmiteri**

U priključnu glavu može se ugraditi jedan od sledećih transmitera:

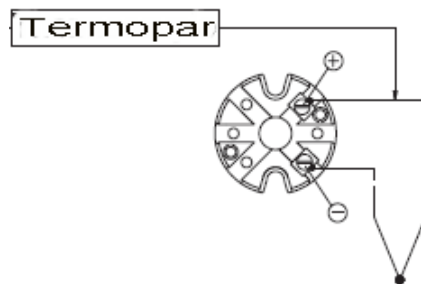
- PC programabilni transmiteri 4...20 mA (galvanski izolovani)
- Transmiteri sa HART protokolom (galvanski izolovani), izlaz sadrži 4...20 mA i HART superponirane signale

Kupac može zahtevati željenu konfiguraciju tokom procesa poručivanja.

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

Standardno povezivanje termopara na keramičku pločicu, prikazano je na slici 3.

### **Klasičan termopar Merni uložak**



**Slika 3. Standardno povezivanje**

Kod termoelementa grupe T3 -- **klasičan termopar**: jedan ili dva termopara ugrađena su u odgovarajuće keramičke izolatore otporan na visoke temperature, koji je zatim umetnut u metalnu zaštitnu cev

- **merni uložak** – mantel konstrukcija, direktno je postavljen u metalnu zaštitnu cev. Pri zameni mernog uložka, ugradna dužina (IL) zavisi od dužine zaštitne cevi.

### **Uverenja**

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

### **Ostali detalji**

#### **Održavanje**

Smernice za održavanje, date su u poglavlju „Ugradnja“

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

### **Kataloške šifre za standardne ugaone termoelemente**

**Tabela 4.1. Ugaoni termoelementi sa klasičnim termoparom**

Temperatura	Termopar	Materijal zaštitne cevi	Nazivna dužina L [mm]	Kataloški broj	
				1 termopar	2 termopara
do 700°C	Fe-CuNi Tip J prema IEC 60584-1	Tehničko čisto gvožđe W.Nr.1.1003	500	T3-1111	T3-2111
			710	T3-1112	T3-2112
			1000	T3-1113	T3-2113
do 950°C	NiCr-NiAl Tip K prema IEC 60584-1	Tehničko čisto gvožđe W.Nr.1.1003	500	T3-1211	T3-2211
			710	T3-1212	T3-2212
			1000	T3-1213	T3-2213
do 950°C	NiCr-NiAl Tip K prema IEC 60584-1	Utop MO1	500	T3-1291	T3-2291
			710	T3-1292	T3-2292
			1000	T3-1293	T3-2293
do 1200°C	NiCr-NiAl Tip K prema IEC 60584-1	X10CrSi29 W.Nr.1.4772 Ø26x4	500	T3-1221	T3-2221
			710	T3-1222	T3-2222
			1000	T3-1223	T3-2223
do 1250°C	Pt(10%Rh)-Pt Tip S prema IEC 60584-1	Č.4586 X20CrNiSi254 SL25	500	T3-1331	T3-2331
			710	T3-1332	T3-2332
			1000	T3-1333	T3-2333

**Tabela 4.2.** Ugaoni termoelementi sa mernim ulošcima – mantel konstrukcija

Temperatura	Termopar	Materijal zaštitne cevi	Nazivna dužina L [mm]	Kataloški broj	
				1 termopar	2 termopara
do 700°C	Fe-CuNi Tip J prema IEC 60584-1	Tehničko čisto gvožđe W.Nr.1.1003	500	T3-1111.1	T3-2111.1
			710	T3-1112.1	T3-2112.1
			1000	T3-1113.1	T3-2113.1
do 950°C	NiCr-NiAl Tip K prema IEC 60584-1	Tehničko čisto gvožđe W.Nr.1.1003	500	T3-1211.1	T3-2211.1
			710	T3-1212.1	T3-2212.1
			1000	T3-1213.1	T3-2213.1
do 950°C	NiCr-NiAl Tip K prema IEC 60584-1	Utop MO1	500	T3-1291.1	T3-2291.1
			710	T3-1292.1	T3-2292.1
			1000	T3-1293.1	T3-2293.1
do 1150°C	NiCr-NiAl Tip K prema IEC 60584-1	X10CrSi29 W.Nr.1.4772 Ø26x4	500	T3-1221.1	T3-2221.1
			710	T3-1222.1	T3-2222.1
			1000	T3-1223.1	T3-2223.1

**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 Pt(10%Rh)-Pt, Tip S, prema IEC 60584-1 – Vrednosti termonapona u mV**

°C	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
0	0	0,055	0,113	0,173	0,235	0,299	0,365	0,432	0,502	0,573
100	0,645	0,719	0,795	0,872	0,950	1,029	1,109	1,190	1,273	1,356
200	1,440	1,525	1,611	1,698	1,785	1,873	1,962	2,051	2,141	2,232
300	2,323	2,414	2,506	2,599	2,692	2,786	2,880	2,974	3,069	3,164
400	3,260	3,356	3,452	3,549	3,645	3,743	3,840	3,938	4,036	4,135
500	4,234	4,333	4,432	4,532	4,632	4,732	4,832	4,933	5,034	5,136
600	5,237	5,339	5,442	5,544	5,648	5,751	5,855	5,960	6,064	6,169
700	6,274	6,380	6,486	6,592	6,699	6,805	6,913	7,020	7,128	7,236
800	7,345	7,454	7,563	7,672	7,782	7,892	8,003	8,114	8,225	8,336
900	8,448	8,560	8,673	8,786	8,899	9,012	9,126	9,240	9,355	9,470
1000	9,585	9,700	9,816	9,932	10,048	10,165	10,282	10,400	10,517	10,635
1100	10,754	10,872	10,991	11,110	11,229	11,348	11,467	11,587	11,707	11,827
1200	11,947	12,067	12,188	12,308	12,429	12,550	12,671	12,792	12,913	13,034
1300	13,155	13,276	13,397	13,519	13,640	13,761	13,883	14,004	14,125	14,247
1400	14,368	14,489	14,610	14,731	14,852	14,973	15,094	15,215	15,336	15,456
1500	15,576	15,697	15,817	15,937	16,057	16,176	16,296	16,415	16,534	16,653
1600	16,771	16,890	17,008	17,125	17,243	17,360	17,477	17,594	17,711	17,826
1700	17,942	18,056	18,170	18,282	18,394	18,504	18,612			



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

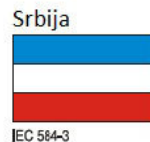
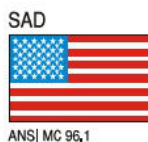
°C	0	- 10	- 20	- 30	- 40	- 50	- 60	- 70	- 80	- 90
- 100	- 3,37	- 3,65	- 3,92	- 4,17	- 4,41	- 4,64	- 4,86	- 5,06	- 5,26	- 5,43
0	0	- 0,38	- 0,75	- 1,12	- 1,47	- 1,81	- 2,15	- 2,47	- 7,78	- 3,08
°C	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
0	0	0,39	0,78	1,19	1,61	2,03	2,46	2,90	3,35	3,81
100	4,27	4,74	5,22	5,71	6,20	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									

**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									

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

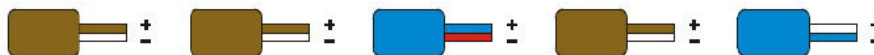
**B** ⊕ Platina - 30% Rodium  
⊖ Platina - 6% Rodium



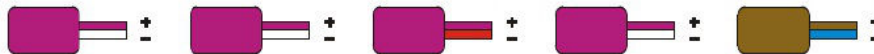
**J** ⊕ Gvožđe  
⊖ Bakar - Nikl



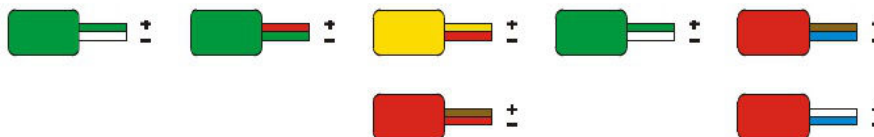
**T** ⊕ Bakar  
⊖ Bakar - Nikl



**E** ⊕ Nikl - Hrom  
⊖ Bakar - Nikl



**K** ⊕ Nikl - Hrom  
⊖ Nikl



**N** ⊕ Nikl - Hrom - Silicijum  
⊖ Nikl - Silicijum



**U** ⊕ Bakar  
⊖ Bakar - Nikl



**L** ⊕ Gvožđe  
⊖ Bakar - Nikl

