

**KOMPENZACIONI I PRODUŽNI KABLOVI**

Kompensacioni i produžni kablovi se koriste za električnu vezu između otvorenih krajeva termopara i referentnog spoja u svakoj instalaciji u kojoj provodnici (termoelektrode) termopara nisu direktno povezani sa referentnim spojem.

Iz tehničkih i ekonomskih razloga, termoparovi nisu uvek direktno povezani sa referentnim spojem. Otvoreni krajevi termopara su najčešće povezani na keramičku pločicu u priključnoj glavi. Otvoreni krajevi termopara se produžavaju do referentnog spoja sa dodavanjem kompensacionog ili produžnog kabla.

Materijal i oznake boja (pregled prikazan u Tabeli 1)

<b>Tabela 1: Materijali i oznake boja</b>										
<b>Termoparovi</b>				<b>Kompensacioni i produžni kablovi</b>			<b>Oznaka boje<sup>2)</sup></b>			
Standard	Tip	Materijal		Tip <sup>1)</sup>	Materijal		+ pol	- pol	omotač <sup>3)</sup>	Standard
		+ pol	- pol		+ pol	- pol				
DIN EN 60584	<b>J</b>	Fe	CuNi	<b>JX</b>	Fe	CuNi	crna	bela	crna	DIN 43 722
	<b>T</b>	Cu	CuNi	<b>TX</b>	Cu	CuNi	braon	bela	braon	
	<b>E</b>	NiCr	CuNi	<b>EX</b>	NiCr	CuNi	ljubičasta	bela	ljubičasta	
	<b>K</b>	NiCr	Ni	<b>KX</b>	NiCr	Ni	zelena	bela	zelena	
				<b>KCA</b>	Fe	CuNi				
				<b>KCB</b>	Cu	CuNi				
	<b>N</b>	NiCrSi	NiSi	<b>NX</b>	NiCrSi	NiSi	roze	bela	roze	
				<b>NC</b>	Cu	CuNi				
				<b>RCA</b>	Cu	CuNi				
	<b>R</b>	Pt13%Rh	Pt	<b>RCB</b>	Cu	CuNi	narandžasta	bela	narandžasta	
<b>SCA</b>				Cu	CuNi					
<b>S</b>	Pt 10%Rh	Pt	<b>SCB</b>	Cu	CuNi	narandžasta	bela	narandžasta		
			<b>BC</b>	Cu	Cu				siva	bela
DIN 43 710	<b>U</b>	Cu	CuNi	<b>UX</b>	Cu	CuNi	crvena	braon	braon	DIN 43 714
	<b>L</b>	Fe	CuNi	<b>LX</b>	Fe	CuNi	crvena	plava	plava	

1) ...C,...CA,...CB : Kompensacioni kablovi  
 , X : Produžni kablovi za termoparove

2) Videti u katalogu stranu sa "Međunarodne boje raspoznavanja termoparova u tehnici merenja temperature"

3) Neobojeni omotači (staklena vlakna) imaju jednu prepoznatljivu traku, celom dužinom kabla

## KOMPENZACIONI KABLOVI

U Tabeli 2 prikazane su tolerancije za kompenzacije i produžne kablove za termoparove, kada se koriste unutar opsega indikovanog kao "Temperaturni opseg kabla". Ova Tabela takođe uključuje - u zagradama - aproksimativnu ekvivalentnu grešku u stepenima Celzijusa. Zato što odnos elektromotorne sile termopara i temperature nije linearan, tolerancija izražena u °C zavisi od temperature mernog spoja termopara. Ove temperature su navedene u zadnjoj koloni tabele.

Tip <sup>1)</sup>	Granična odstupanja (1μV = 0,001 mV)		Temperaturni opseg za kabal <sup>2)</sup>	Temperatura mernog spoja
	Klasa 1	Klasa 2		
JX	± 85 μV ( 1,5° C)	±140μV ( 2,5° C)	- 25° C do + 200° C	500° C
TX	± 30 μV ( 0,5° C)	± 60 μV ( 1,0° C)	- 25° C do + 100° C	300° C
EX	±120μV ( 1,5° C)	±200μV ( 2,5° C)	- 25° C do + 200° C	500° C
KX	± 60 μV ( 1,5° C)	±100μV ( 2,5° C)	- 25° C do + 200° C	900° C
NX	± 60 μV ( 1,5° C)	±100μV ( 2,5° C)	- 25° C do + 200° C	900° C
KCA	-	±100μV ( 2,5° C)	0° C do + 150° C	900° C
KCB	-	±100μV ( 2,5° C)	0° C do + 100° C	900° C
NC	-	±100μV ( 2,5° C)	0° C do + 150° C	900° C
RCA	-	± 30 μV ( 2,5° C)	0° C do + 100° C	1000° C
RCB	-	± 60 μV ( 5,0° C)	0° C do + 200° C	1000° C
SCA	-	± 30 μV ( 2,5° C)	0° C do + 100° C	1000° C
SCB	-	± 60 μV ( 5,0° C)	0° C do + 200° C	1000° C

1),...C,...CA,...CB : Kompenzacioni kablovi  
, X : Produžni kablovi za termoparove  
2) Temperaturni opseg kabla može biti ograničen nižim vrednostima temperature što zavisi od izolacionog materijala kabla

### Pad napona

Savremeni elektronski instrumenti imaju visoku ulaznu otpornost, tako da je otpornost kompenzacionog ili produžnog kabla za termoaprove od sekundarnog značaja. U Tabeli 3 prikazane su otpornosti kablova za najčešće korišćene poprečne preseke kabla. Za otpornosti su navedene aproksimativne vrednosti sa tolerancijom ± +10%

T/C tip termopara	Kompenzacioni i produžni kabal			Otpornost kabla u Ω/m za poprečni presek od					
	Tip	Materijali		0,22mm <sup>2</sup>	0,35mm <sup>2</sup>	0,50mm <sup>2</sup>	0,75mm <sup>2</sup>	1,00mm <sup>2</sup>	1,50mm <sup>2</sup>
		+ pol	- pol						
J	JX	Fe	CuNi	2,77	1,74	1,22	0,81	0,61	0,41
T	TX	Cu	CuNi	2,30	1,45	1,01	0,68	0,51	0,34
E	EX	NiCr	CuNi	5,50	3,46	2,42	1,61	1,21	0,81
K	KX	NiCr	Ni	4,50	2,83	1,98	1,32	0,99	0,66
	KCA	Fe	CuNi	2,86	1,80	1,26	0,84	0,63	0,42
	KCB	Cu	CuNi	2,30	1,45	1,01	0,68	0,51	0,34
N	NX	NiCrSi	NiSi	6,00	3,77	2,64	1,76	1,32	0,88
	NC	Cu	CuNi	2,44	1,53	1,07	0,72	0,54	0,36
R/S	RC/SC	Cu	CuNi	0,62	0,39	0,27	0,18	0,14	0,09
B	BC	Cu	Cu	0,15	0,10	0,07	0,05	0,03	0,02
U	UX	Cu	CuNi	2,30	1,45	1,01	0,68	0,51	0,34
L	LX	Fe	CuNi	2,77	1,74	1,22	0,81	0,61	0,41

## KOMPENZACIONI KABLOVI

### Izolacioni materijali kompenzacionih i produžnih kablova

Temperaturna postojanost kompenzacionih i produžnih kablova zavisi od tipa izolacionog materijala. Da bi se održala termoelektrična svojstva, maksimalna radna temperatura može biti ograničena sa temperaturnim opsegom kablova, čak i ako je izolacioni materijal projektovan za više radne temperature

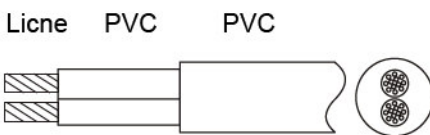
U Tabeli 4 prikazane su aproksimativne vrednosti, koje se odnose na opšta svojstva, za najvažnije izolacione materijale.

Tabela 4: Aproksimativne vrednosti za opšta svojstva najvažnijih izolacionih materijala						
	Izolacioni materijal					
	PVC	Silikon	Teflon FEP	Teflon PTFE	Staklena vlakna	Neopren
Temperaturna postojanost u °C	70	180	205	260	400	120
Specifična otpornost na 20°C u $\Omega \times \text{cm}$	$> 10^{12}$	$> 10^{14}$	$> 10^{18}$	$> 10^{18}$	$> 10^{12}$	$> 10^{11}$
Zatezna čvrstoća na 20°C u N/mm <sup>2</sup>	15	8	20	25	2400	15
Gustina na 20°C u g/cm <sup>3</sup>	1,35	1,25	2,15	2,20	2,60	1,55
Absorbicija vode na 20°C	Umerena	Umerena	Ne	Ne	Ne	Umerena
Otpornost na vodenu paru i atmosferske uticaje	dobra	umerena	Vrlo dobra	Vrlo dobra	Loša	Dobra
Zapaljivost	Samogasiv	Teško zapaljiv Samogasiv	Nezapaljiv	Nezapaljiv	Ne sagoreva	Samogasiv
Hemijska postojanost na:					Namenjen za suve radne sredine	
- razblažene kiseline	+	o	+	+		+
- alkalne rastvore	+	o	+	+		+
- alkohol	+	+	+	+		+
- benzin	+	-	+	+		-
- benzol	-	-	+	+		-
- mineralna ulja	+	o	+	+		+
+ postojan - ograničena postojanost o nepostojan						

### MEĐUNARODNE OZNAKE BOJA ZA KOMPENZACIONE I PRODUŽNE KABLOVE

Tip termopara	Produž. kabal	ANSI MC 96.1			DIN			BS			NFE			JISC		
		+	-	omotač	+	-	omotač	+	-	omotač	+	-	omotač	+	-	omotač
T	TX	plava	crvena	plava	crvena	braon	braon	bela	plava	plava	žuta	plava	plava	crvena	bela	braon
J	JX	bela	crvena	crna	crvena	plava	plava	žuta	plava	crna	žuta	crna	crna	crvena	bela	žuta
E	EX	roze	crvena	roze				braon	plava	braon				roze	crvena	roze
K	KX	žuta	crvena	žuta	crvena	zelena	zelena	braon	plava	crvena	žuta	roze	žuta	crvena	bela	plava
K	WX				crvena	zelena	zelena				žuta	bela	bela			
K	VX				crvena	zelena	zelena	bela	plava	crvena	žuta	braon	crvena			
R-S	SX	crna	crvena	zelena	crvena	bela	bela	bela	plava	zelena	žuta	zelena	zelena	crvena	bela	crna
B	BX	siva	crvena	siva												

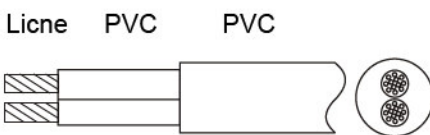
## KOMPENZACIONI KABLOVI (Tabele sa tipovima)



**Poprečni presek:** 2 x 1,5 mm<sup>2</sup>  
**Spoljašnji prečnik:** Ø 7,0 mm  
**Težina/100 m (cca):** 7,6 kg  
**Izolacija otporna do:** 70°C

Ravno postavljeni licnasti vodovi, izolovani PVC izolacijom, licne u vodovima upredene, spoljašnja izolacija od PVC

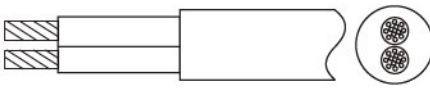
Za tip termopara <sup>1)</sup>	Boja <sup>2)</sup>	Kataloški broj
L (Fe-CuNi)	Plava	T17- 507.1
J (Fe-CuNi)	Crna	T17- 507.2
K (NiCr-Ni)	Zelena	T17- 508.1
N (NiCrSi-NiSi)	Roze	T17- 508.2
S(R) (Pt10(13)%Rh-Pt)	Oranž	T17- 509.1
B (Pt30%Rh-Pt6%Rh)	Siva	T17- 509.2



**Poprečni presek:** 2 x 1,0 mm<sup>2</sup>  
**Spoljašnji prečnik:** Ø 6,4 mm  
**Težina/100 m (cca):** 6,3 kg  
**Izolacija otporna do:** 70°C

Ravno postavljeni licnasti vodovi, izolovani PVC izolacijom, licne u vodovima upredene, spoljašnja izolacija od PVC

Za tip termopara <sup>1)</sup>	Boja <sup>2)</sup>	Kataloški broj
L (Fe-CuNi)	Plava	T17- 517.1
J (Fe-CuNi)	Crna	T17- 517.2
K (NiCr-Ni)	Zelena	T17- 518.1
N (NiCrSi-NiSi)	Roze	T17- 518.2
S(R) (Pt10(13)%Rh-Pt)	Oranž	T17- 519.1
B (Pt30%Rh-Pt6%Rh)	Siva	T17- 519.2



**Poprečni presek:** 2 x 0,22 mm  
**Spoljašnji prečnik:** Ø 3,5 mm  
**Težina/100 m (cca):** 2,66 kg  
**Izolacija otporna do:** 70°C

Ravno postavljeni licnasti vodovi, izolovani PVC izolacijom, licne u vodovima upredene, spoljašnja izolacija od PVC

Za tip termopara <sup>1)</sup>	Boja <sup>2)</sup>	Kataloški broj
L (Fe-CuNi)	Plava	T17- 1101.1
J (Fe-CuNi)	Crna	T17- 1101.2
K (NiCr-Ni)	Zelena	T17- 1102.1
N (NiCrSi-NiSi)	Roze	T17- 1102.2
S(R) (Pt10(13)%Rh-Pt)	Oranž	T17- 1103.1
B (Pt30%Rh-Pt6%Rh)	Siva	T17- 1103.2

1) Opciono se mogu poručiti i drugi tipovi kabla (npr. za termopar tip T, E, ...) i kablovi za dvostruke termoparove;

2) Oznaka boja je prema IEC 584, deo 1 i 3 ili DIN 43 722 (tip L prema DIN 43 714), ostale boje, moguće, po zahtevu kupca: videti oznake boja na strani ... kataloga

## KOMPENZACIONI KABLOVI (Tabele sa tipovima)

Licne Silikon Silikon



Poprečni presek: 2 x 1,5 mm<sup>2</sup>

Spoljašnji prečnik: Ø 7,0 mm

Težina/100 m (cca): 7,8 kg

Izolacija otporna do: 180°C

Ravno postavljeni licnasti vodovi, izolovani silikonom, licne u vodovima upredene, spoljašnja izolacija od silikona

Za tip termopara <sup>1)</sup>	Boja <sup>2)</sup>	Kataloški broj
L (Fe-CuNi)	Plava	T17- 704.1
J (Fe-CuNi)	Crna	T17- 704.2
K (NiCr-Ni)	Zelena	T17- 705.1
N (NiCrSi-NiSi)	Roze	T17- 705.2
S(R) (Pt10(13)%Rh-Pt)	Oranž	T17- 706.1
B (Pt30%Rh-Pt6%Rh)	Siva	T17- 706.2

Licne Silikon Silikon



Poprečni presek: 2 x 1,0 mm<sup>2</sup>

Spoljašnji prečnik: Ø 6,4 mm

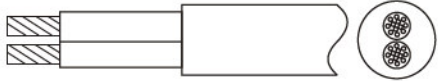
Težina/100 m (cca): 6,3 kg

Izolacija otporna do: 180°C

Ravno postavljeni licnasti vodovi, izolovani silikonom, licne u vodovima upredene, spoljašnja izolacija od silikona

Za tip termopara <sup>1)</sup>	Boja <sup>2)</sup>	Kataloški broj
L (Fe-CuNi)	Plava	T17- 714.1
J (Fe-CuNi)	Crna	T17- 714.2
K (NiCr-Ni)	Zelena	T17- 715.1
N (NiCrSi-NiSi)	Roze	T17- 715.2
S(R) (Pt10(13)%Rh-Pt)	Oranž	T17- 716.1
B (Pt30%Rh-Pt6%Rh)	Siva	T17- 716.2

Licne Silikon Silikon



Poprečni presek: 2 x 0,22 mm<sup>2</sup>

Spoljašnji prečnik: Ø 4,0 mm

Težina/100 m (cca): 2,3 kg

Izolacija otporna do: 180°C

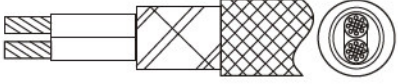
Ravno postavljeni licnasti vodovi, izolovani silikonom, licne u vodovima upredene, spoljašnja izolacija od silikona

Za tip termopara <sup>1)</sup>	Boja <sup>2)</sup>	Kataloški broj
L (Fe-CuNi)	Plava	T17-1104.1
J (Fe-CuNi)	Crna	T17-1104.2
K (NiCr-Ni)	Zelena	T17-1105.1
N (NiCrSi-NiSi)	Roze	T17-1105.2
S(R) (Pt10(13)%Rh-Pt)	Oranž	T17-1106.1
B (Pt30%Rh-Pt6%Rh)	Siva	T17-1106.2

1) Opciono se mogu poručiti i drugi tipovi kabla (npr. za termopar tip T, E, ...) i kablovi za dvostruke termoparove;

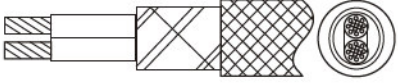
2) Oznaka boja je prema IEC 584, deo 1 i 3 ili DIN 43 722 (tip L prema DIN 43 714), ostale boje, moguće, po zahtevu kupca: videti oznake boja na strani ... kataloga

## KOMPENZACIONI KABLOVI (Tabele sa tipovima)

	Licne	Staklena vlakna	Čelična armatura	
	Silikon			
				
<b>Poprečni presek:</b>	<b>2 x 1,5 mm<sup>2</sup></b>			
<b>Spoljašnji prečnik:</b>	<b>Ø 6,7 mm</b>			
<b>Težina/100 m (cca):</b>	<b>8,3 kg</b>			
<b>Izolacija otporna do:</b>	<b>180°C</b>			

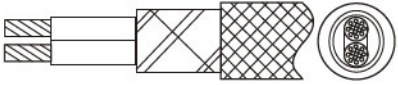
Ravno postavljene licnaste vodove, izolovane silikonom, licne u vodovima upredene, vodovi, zajedno, izolovani staklenim vlaknima, armatura od galvanizirane čelične žice sa obojenom trakom

Za tip termopara <sup>1)</sup>	Boja <sup>2)</sup>	Kataloški broj
L (Fe-CuNi)	Plava	T17- 604.1
J (Fe-CuNi)	Crna	T17- 604.2
K (NiCr-Ni)	Zelena	T17- 605.1
N (NiCrSi-NiSi)	Roze	T17- 605.2
S(R) (Pt10(13)%Rh-Pt)	Oranž	T17- 606.1
B (Pt30%Rh-Pt6%Rh)	Siva	T17- 606.2

	Licne	Staklena vlakna	Čelična armatura	
	Silikon			
				
<b>Poprečni presek:</b>	<b>2 x 1,0 mm<sup>2</sup></b>			
<b>Spoljašnji prečnik:</b>	<b>Ø 6,4 mm</b>			
<b>Težina/100 m (cca):</b>	<b>6,3 kg</b>			
<b>Izolacija otporna do:</b>	<b>180°C</b>			

Ravno postavljene licnaste vodove, izolovane silikonom, licne u vodovima upredene, vodovi, zajedno, izolovani staklenim vlaknima, armatura od galvanizirane čelične žice sa obojenom trakom

Za tip termopara <sup>1)</sup>	Boja <sup>2)</sup>	Kataloški broj
L (Fe-CuNi)	Plava	T17- 614.1
J (Fe-CuNi)	Crna	T17- 614.2
K (NiCr-Ni)	Zelena	T17- 615.1
N (NiCrSi-NiSi)	Roze	T17- 615.2
S(R) (Pt10(13)%Rh-Pt)	Oranž	T17- 616.1
B (Pt30%Rh-Pt6%Rh)	Siva	T17- 616.2

	Licne	Staklena vlakna	Čelična armatura	
	Silikon			
				
<b>Poprečni presek:</b>	<b>2 x 0,5 mm<sup>2</sup></b>			
<b>Spoljašnji prečnik:</b>	<b>Ø 5,2 mm</b>			
<b>Težina/100 m (cca):</b>	<b>6,3 kg</b>			
<b>Izolacija otporna do:</b>	<b>180°C</b>			

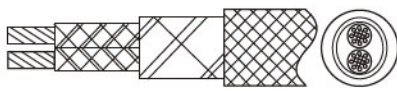
Ravno postavljene licnaste vodove, izolovane silikonom, licne u vodovima upredene, vodovi, zajedno, izolovani staklenim vlaknima, armatura od galvanizirane čelične žice sa obojenom trakom

Za tip termopara <sup>1)</sup>	Boja <sup>2)</sup>	Kataloški broj
L (Fe-CuNi)	Plava	T17- 624.1
J (Fe-CuNi)	Crna	T17- 624.2
K (NiCr-Ni)	Zelena	T17- 625.1
N (NiCrSi-NiSi)	Roze	T17- 625.2
S(R) (Pt10(13)%Rh-Pt)	Oranž	T17- 626.1
B (Pt30%Rh-Pt6%Rh)	Siva	T17- 626.2

1) Opciono se mogu poručiti i drugi tipovi kabla (npr. za termopar tip T, E, ...) i kablovi za dvostruke termoparove;

2) Oznaka boja je prema IEC 584, deo 1 i 3 ili DIN 43 722 (tip L prema DIN 43 714), ostale boje, moguće, po zahtevu kupca: videti oznake boja na strani ... kataloga

## KOMPENZACIONI KABLOVI (Tabele sa tipovima)

	Staklena Licne vlakna	Staklena vlakna	Čelična armatura	
<b>Poprečni presek:</b>	<b>2 x 1,5 mm<sup>2</sup></b>			
<b>Spoljašnji prečnik:</b>	<b>4,0 x 5,8 mm</b>			
<b>Težina/100 m (cca):</b>	<b>7,7 kg</b>			
<b>Izolacija otporna do:</b>	<b>400°C</b>			

Ravno postavljeni licnasti vodovi, izolovani staklenim vlaknima, licne u vodovima upredene, vodovi, zajedno, izolovani staklenim vlaknima, armatura od čelične žice sa obojenom trakom

Za tip termopara <sup>1)</sup>	Boja <sup>2)</sup>	Kataloški broj
L (Fe-CuNi)	Plava	T17- 304.1
J (Fe-CuNi)	Crna	T17- 304.2
K (NiCr-Ni)	Zelena	T17- 305.1
N (NiCrSi-NiSi)	Roze	T17- 305.2
S(R) (Pt10(13)%Rh-Pt)	Oranž	T17- 306.1
B (Pt30%Rh-Pt6%Rh)	Siva	T17- 306.2

	Staklena Licne vlakna	Staklena vlakna	Čelična armatura	
<b>Poprečni presek:</b>	<b>2 x 1,0 mm<sup>2</sup></b>			
<b>Spoljašnji prečnik:</b>	<b>3,5 x 5,2 mm</b>			
<b>Težina/100 m (cca):</b>	<b>5,1 kg</b>			
<b>Izolacija otporna do:</b>	<b>400°C</b>			

Ravno postavljeni licnasti vodovi, izolovani staklenim vlaknima, licne u vodovima upredene, vodovi, zajedno, izolovani staklenim vlaknima, armatura od čelične žice sa obojenom trakom

Za tip termopara <sup>1)</sup>	Boja <sup>2)</sup>	Kataloški broj
L (Fe-CuNi)	Plava	T17- 314.1
J (Fe-CuNi)	Crna	T17- 314.2
K (NiCr-Ni)	Zelena	T17- 315.1
N (NiCrSi-NiSi)	Roze	T17- 315.2
S(R) (Pt10(13)%Rh-Pt)	Oranž	T17- 316.1
B (Pt30%Rh-Pt6%Rh)	Siva	T17- 316.2

	Staklena Licne vlakna	Staklena vlakna	Čelična armatura	
<b>Poprečni presek :</b>	<b>2 x 0,8 mm<sup>2</sup></b>			
<b>Spoljašnji prečnik:</b>	<b>3,4 x 5,0 mm</b>			
<b>Težina/100 m (cca):</b>	<b>4,8 kg</b>			
<b>Izolacija otporna do:</b>	<b>400°C</b>			

Ravno postavljeni licnasti vodovi, izolovani staklenim vlaknima, licne u vodovima upredene, vodovi, zajedno, izolovani staklenim vlaknima, armatura od čelične žice sa obojenom trakom

Za tip termopara <sup>1)</sup>	Boja <sup>2)</sup>	Kataloški broj
L (Fe-CuNi)	Plava	T17- 324.1
J (Fe-CuNi)	Crna	T17- 324.2
K (NiCr-Ni)	Zelena	T17- 325.1
N (NiCrSi-NiSi)	Roze	T17- 325.2
S(R) (Pt10(13)%Rh-Pt)	Oranž	T17- 326.1
B (Pt30%Rh-Pt6%Rh)	Siva	T17- 326.2

1) Opciono se mogu poručiti i drugi tipovi kabla (npr. za termopar tip T, E, ...) i kablovi za dvostruke termoparove;

2) Oznaka boja je prema IEC 584, deo 1 i 3 ili DIN 43 722 (tip L prema DIN 43 714), ostale boje, moguće, po zahtevu kupca: videti oznake boja na strani ... kataloga