

# Lindqvist

---

## Industri teknik AB

Fallgropar vid temperaturmätning  
SHTE oktober 2019

**SHTE** Swedish  
Suppliers of  
Heat Treatment  
Equipment



Lindqvist  
Industri teknik AB

# Fallgropar vid temperaturmätning

Fel i temperaturmätning kan ha lite olika orsaker:

- Okunskap
- Installationsfel
- Felaktigt materialval/utrustning
- Dåligt underhåll

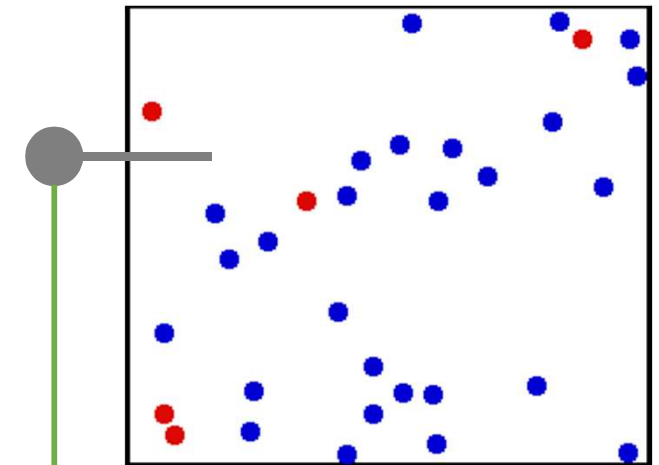
Avsaknad av eller felaktigt utförd kontroll gör att felen inte upptäcks!

# Temperaturmätning

Temperaturmätning är att mäta rörelseenergi hos atomer eller molekyler

Vanligaste metoden är att föra in en givare i objektet som omvandlar en del av rörelseenergin till en elektrisk signal.

Den elektriska signalen omvandlas till visning i ingenjörsenhet, vanligtvis °C, i ett mätinstrument.



# Termoelement

Principen för termoelement är att, när sammanfogade ledare av olika material utsätts för en temperaturskillnad ( $t_1$ ,  $t_2$ ), bildas en liten spänning som är proportionell mot temperaturdifferensen mellan kopplingspunkterna, den s.k. Seebeckeffekten.

För att instrumentet skall kunna visa  $t_1$ , måste  $t_2$  vara känd!



$t_2$  brukar mätas av instrumentet och kallas för "CJC" eller kallalödställeskompensation. Kvaliteten på denna kompensation är avgörande för totalnoggrannheten.

Tänk på att givaren mäter sin egen temperatur och bara mer eller mindre bra sin omgivning!



# Instrumentering

Under de senaste decennierna har kvaliteten på mätutrustning ökat dramatiskt främst beroende på:

- Förbättrad teknik (digital- och halvledarteknik)
- Mjukvarukompensation för ofullkomligheter

Av modern industriell instrumentering bör man kunna förvänta sig felvisning som är  $<1-2^{\circ}\text{C}$ . Kontrollera dock databladet noga, speciellt för instrument med flerkanalsingångar (svårt att göra bra CJC).  
Tänk också på att visning med decimal(er) inte automatiskt ger bättre noggrannhet men det ger mindre osäkerhet i mätningen.



Källa: Eurotherm, Shinko

# Kontakter och ledningar

Kontakter och ledningar för termoelement är färgmärkta och polariserade på grund av att materialen i de olika ledarna är olika.

Det finns en uppsjö av olika utförande av kablar, skärmade, oskärmade, plastisolerade, glasfiberisolerade m.m.

Enligt den senaste IEC-standarden är – (minus) ledaren alltid vit. + (plus) ledaren har samma färg som ytterhöljet som också talar om vilken typ av termoelement den är avsedd för



Källa: TC-direct



# Termoelement

Termoelement framställs i metallurgiska processer (metallsmältor med tillhörande värmebehandling) och därefter tråddragning till önskad diameter. Termoelementen klassificeras **efter** tillverkningen genom kontrollmätning.

Det finns ett antal olika standardiserade materialkombinationer med olika egenskaper och priser. Vart och ett har fått sin egen beteckning K, N, J, T o.s.v.

Exempel:

Högsta klassningen av typ K termoelement är klass 1 som är definierad som störst av  $1,5^{\circ}\text{C}$  eller  $0,4\%$  av mätvärdet.

Upp till  $375^{\circ}\text{C}$  ( $1,5^{\circ}\text{C} = 0,4\%$  av  $375^{\circ}\text{C}$ ) är alltså noggrannheten bättre än  $1,5^{\circ}\text{C}$ . Vid  $1000^{\circ}\text{C}$  kan initialfelet (ny givare) vara upp till  $\pm 4^{\circ}\text{C}$ .



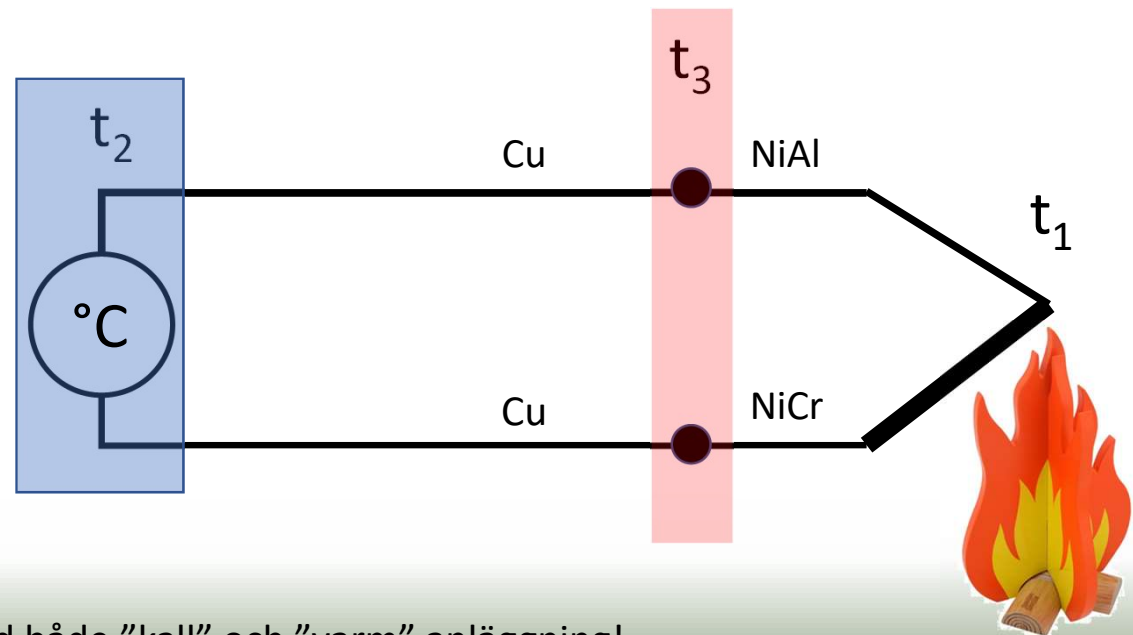


# Fallgrop 1

Av okunskap kopplas termoelementet in med vanlig installationskabel (koppar)

Problem som uppstår är att instrumentet kompenserar för  $t_2$  men kopplingspunkten har sannolikt en annan temperatur, nämligen  $t_3$ .

Felet som introduceras är skillnaden mellan  $t_2$  och  $t_3$ , vilken kan vara tiotals grader, i vissa fall mer.



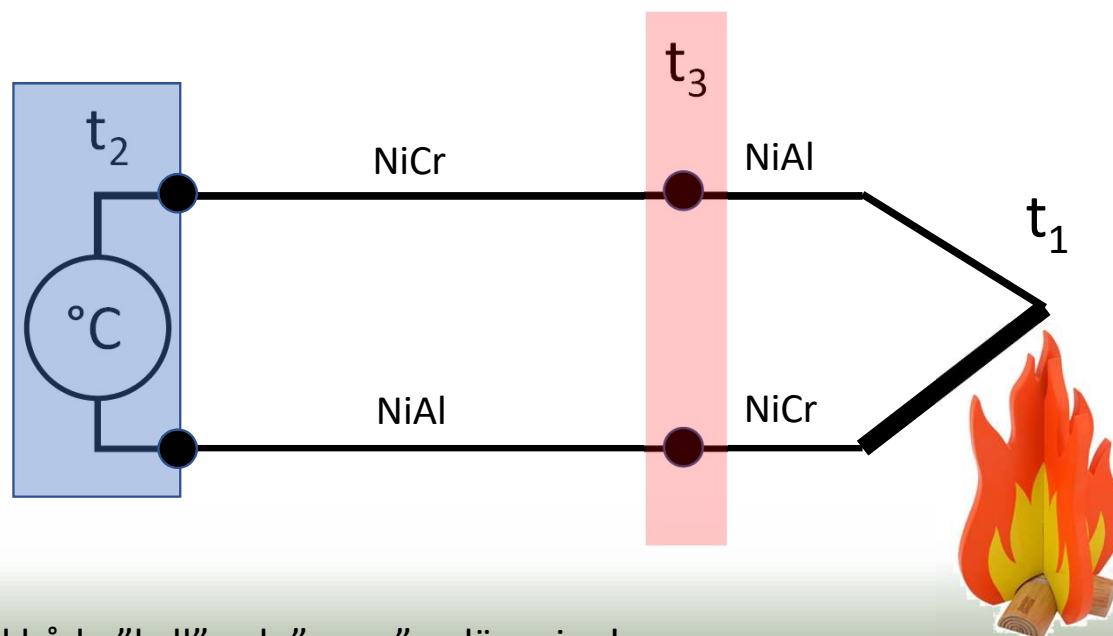
Tips: Kalibrera vid både "kall" och "varm" anläggning!

## Fallgrop 2

Man har använt rätt typ av kabel men av misstag polvänt den. Vanligtvis sker detta när man upptäckt att temperaturen gått på fel håll och man vänt "rätt" vid fel kopplingspunkt.

Problem som uppstår är att instrumentet kompenserar för  $t_2$  men vi har infört två nya mätpunkter  $t_2$  och  $t_3$  som är okända.

Felet som introduceras är ungefär dubbla skillnaden mellan  $t_2$  och  $t_3$ , vilken kan vara åtskilliga tiotals grader.



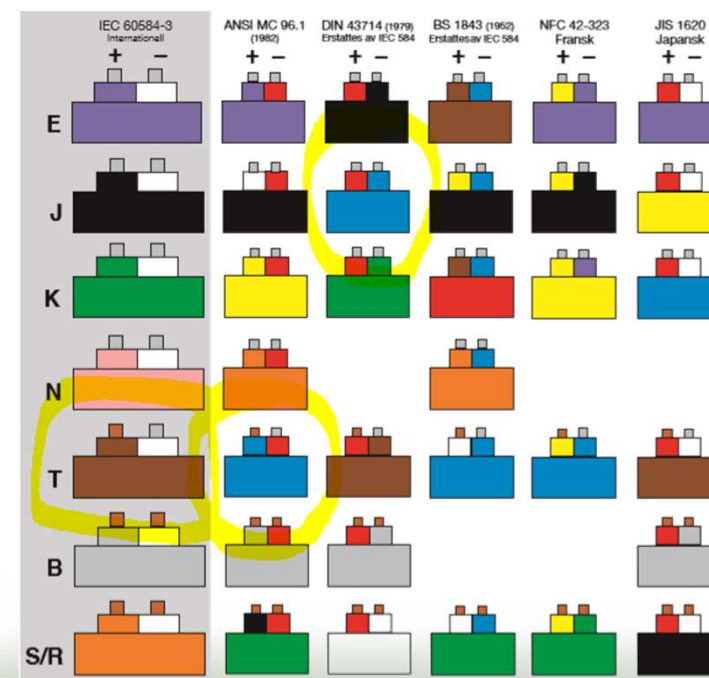
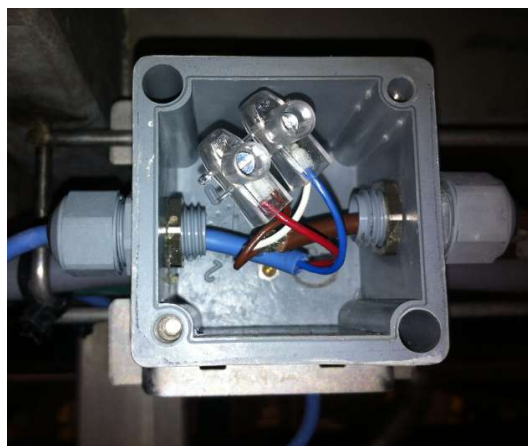
Tips: Kalibrera vid både "kall" och "varm" anläggning!

# Fallgrop 3

Man har använt kompensationsledning men tagit fel typ på grund av misstolkning av kabelfärgerna (olika standarder).

Problem som uppstår är att vi har skapat okända termoelement i mätkedjan och kan därmed inte räkna fram temperaturen i mätpunkten.

Felet som introduceras beror på många faktorer som är svåra att uppskatta. Felet torde dock bli liknande de som uppstår i fall 1 eller 2.



Källa: Pentronic

Tips: Kalibrera vid både "kall" och "varm" anläggning!

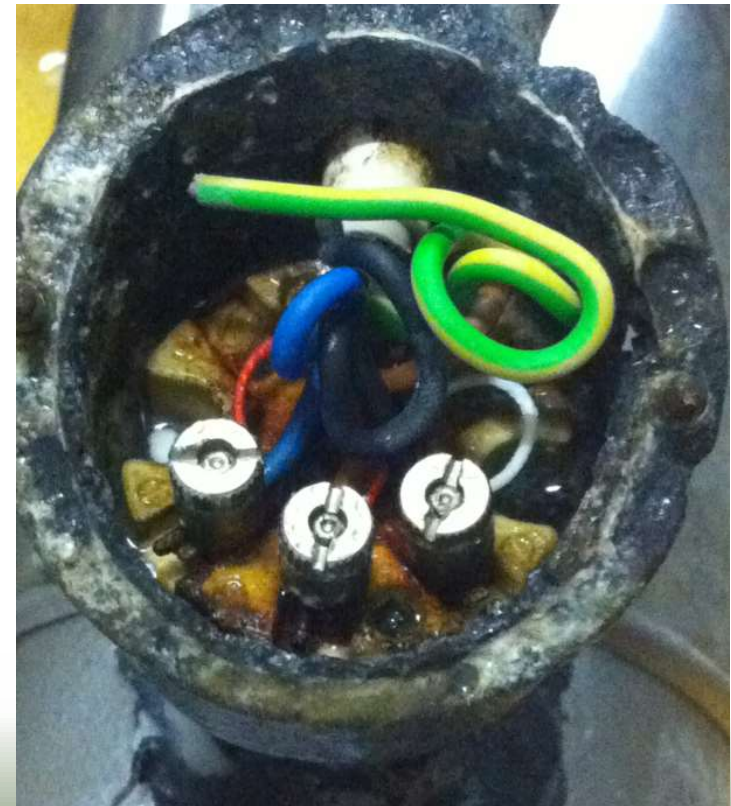
# Fallgrop 4

Dåligt underhåll kan leda till "smygande fel" som så småningom leder till haveri

Överledning mellan ledningar och så småningom kabelbrott kan bli resultatet om man inte håller ordning på sin utrustning om den befinner sig i en miljö som är korrosiv eller på annat sätt är ogynnsam.

Bra underhåll innefattar både okulärbesiktning och kalibrering/kontroll.

Tips: Följ en standard t.ex. CQI-9



# Fallgrop 5

Eftersom varje typ av termoelement har sin egen karakterestik och CJC så krävs att mätutrustningen ställs in (konfigureras) för rätt typ.

Vid låga temperaturer <100-200°C är skillnaderna i många fall ganska små och om man inte är noggrann så uppmärksammas inte detta vid idrifttagning.







Name	Description	Address	Value
inPt	Linearisation Type	12290	K.tc (1) ▾
CJC	CJC Type	12291	J.tc (0) ▲
inPL	Input Value Low	12307	K.tc (1)
inPH	Input Value High	12306	L.tc (2)
VaLL	Display Reading Low	12303	r.tc (3)
VaLH	Display Reading High	12302	b.tc (4)
imP	Sensor break impedance	578	n.tc (5)
			t.tc (6)
			S.tc (7) ▼

Tips: Använd fasta termoelement med testhål och gör kontroll

# Fallgrop 6

I många anläggningar används transmittar av olika slag för att omvandla signaler från termoelement eller andra givare till standardiserade signaler. Skalningsfel är vanliga och svåra att upptäcka om man inte gör riktiga kontroller.

Skalning i båda ändar måste vara lika, annars får man obönhörligen ett fel. Speciellt svårt är det när utrustningen använder binära eller hexadecimala tal i stället för ingenjörsenheter (°C) vid inställning.

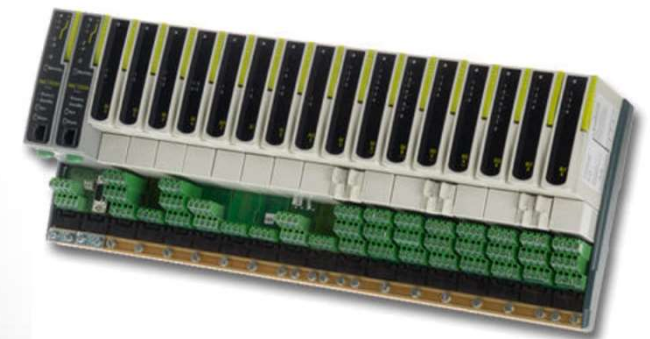
	Name	Description	Address	Value
	inPt	Linearisation Type	12290	MA (13) ▾
	CJC	CJC Type	12291	AUTO (0) ▾
	imP	Sensor break impedance	12301	AUTO (1) ▾
	inPL	Input Value Low	12307	4,00
	inPH	Input Value High	12306	20,00
	VALL	Displayed Reading Low	12303	0,00
	VALH	Displayed Reading High	12302	1000,00

Tips: Gör elektrisk kalibrering i minst tre punkter

# Fallgrop 6

Används PLC, DCS eller PC-baserade system, var noga med att systemet sparar undan senaste värden så att systemet, om det uppdateras eller behöver "kallstarta", har rätt ingångsvärden.

Om du gjort en kalibrering/justering och systemet inte sparar undan dessa värden som uppstartsvärden, lurar en eventuell katastrof bakom hörnet.



Källa: Eurotherm

Tips: Kallstarta systemet och kontrollera att inställningarna bevaras innan anläggningen tas i drift!



## Fallgrop 7

Kontrollera/kalibrera i process om möjligt. Kalibrering måste ske, på ett för användningsområdet lämpligt sätt, med en procedur som ger relevanta resultat.

I det här specifika fallet kalibrerades givaren varje år i en separat kalibrator och resultaten var alltid bra. I processen blev dock resultatet ett annat. Orsak: Givaren är monterad i en teflonbussning och har med åren krupit in i bussningen varvid ett luftgap bildats. Uppskattad felvisning ca. 30°C.

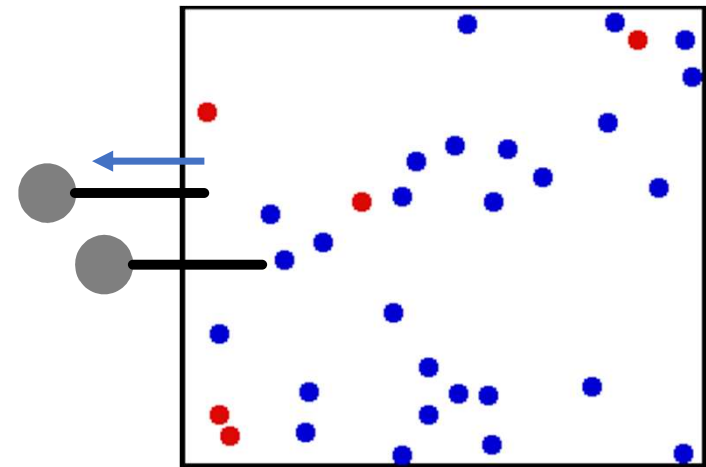


## Fallgrop 8

En givare som sticks in i en process kommer alltid att "läcka" energi via sin mantel.

Ett längre instick gör att mätspetsen hamnar längre ifrån punkten där läckaget finns och givaren mäter därför mer sanningsenligt temperaturen.

Än värre blir det om mantelrör används eftersom både läckaget ökar och det bildas en isolerande luftficka mellan givaren och mantelröret.



Tips: Prova, om möjligt, olika givarpositioner under drift

# Rekommendationer

Oberoende av vad dina krav är:

- Fundera på bästa lösningen på mätproblemet
- Skaffa rätt utrustning
- Använd kompetent personal vid installation
- Kontrollera att ni gjort rätt innan anläggningen tas i bruk
- Ha en plan för hur ni skall underhålla anläggningen (fundera på att använda en standard t.ex. CQI-9)



Tack för visat intresse!