

Efter en historisk tillbakablick och grundläggande teori i värmeöverföring är det dags att börja mäta temperatur i Lektion 3.

## LEKTION 3 SPÅRBAR TEMPERATURMÄTNING

För att kunna mäta en temperatur måste man samtidigt veta vilken mätosäkerhet man har. Utan den saknar temperaturmätningen egentligt värde.

### SPÅRBARHETSKEDJAN FÖR TEMPERATUR

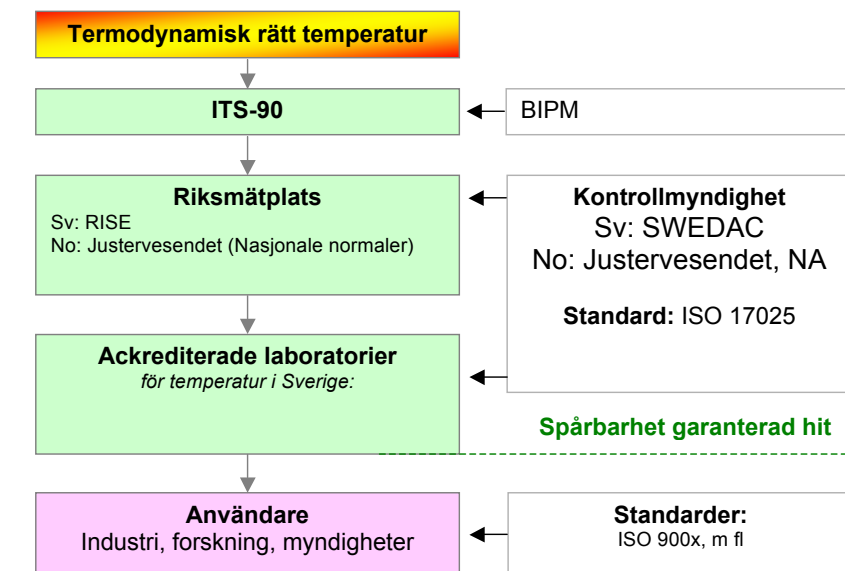
Starten för en obruten kedja till rätt temperatur börjar med ITS-90 (Internationella temperaturskalan som fastslogs 1990 av Internationella byrån för mått och vikt, BIPM). I Sverige är RISE (fd SP) riksmätplats för temperatur. Där kan ackrediterade laboratorier få sina utrustningar kalibrerade. Swedac kontrollerar att rätt utrustning, rutiner och kompetens finns för att upprätthålla ackrediteringen.

Användaren beslutar sedan hur spårbarheten till givarna som används ska säkras.

### ORDFÖRKLARING:

**Kalibrering:** är en jämförelse av två mätningar av givare eller mätsystem. En av dem är med säkerställd osäkerhet och en med okänd osäkerhet (givaren eller mätsystemet man vill kalibrera). Justering av givaren eller mätsystemet ingår inte i kalibrering.

**Spårbarhet:** innebär att mät-



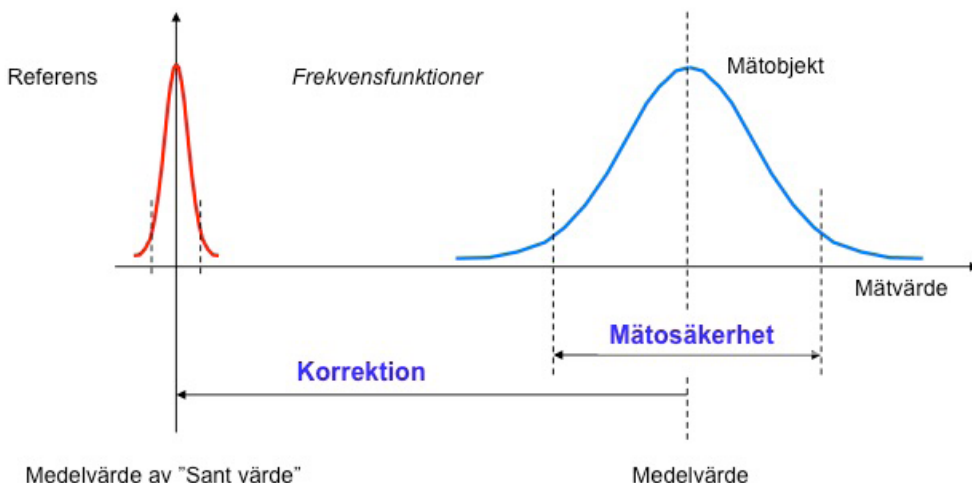
Figuren visar hur temperatur blir spårbar till ITS-90 via olika kalibreringsinstanser. Genom BIPM's forskningsprojekt finns kopplingen till termodynamisk temperatur.

resultatet kan spåras tillbaka till en säker temperatur i en obruten kedja av jämförelser som alla har osäkerheter angivna.

### KRAV PÅ SPÅRBARHET OCH MÄTOSÄKERHET

Vid ackrediterad verksamhet, enligt ISO 17025, är kraven på spårbarhet och mätosäkerhetsredovisning absoluta krav. ISO 9001 och 9002 kräver en kalibreringskedja till erkända normaler och

att mätkapabiliteten är tillräcklig. Det senare innebär i praktiken att mätosäkerheten måste vara känd och liten för att skärpan i mätningarna ska vara tillräckligt bra för mätuppgiften. ISO 9001 och 9002 ställer alltså inga specificerade krav på laboratorieverksamheten annat än att de mätdon som används för produkterna ska vara spårbart kalibrerade, där spårbarhet finns tillgänglig.



Figuren visar begreppen korrektion och mätosäkerhet vid en jämförelsekalibrering. Man erhåller spridningen kring medelvärdena om man upprepar avläsningarna ett stort antal gånger. De slumpmässiga mätfel man introducerar vid varje avläsning är grunden till spridningen.

## KALIBRERINGSMETODER

Det finns i huvudsak två metoder för kalibrering:

- Fixpunktskalibrering
- Jämförelsekalibrering

där fixpunktskalibrering utgör en direkt koppling till gällande definition av temperaturskalan ITS-90. Övriga kalibreringar sker genom jämförelse i ett stabilt medium mellan ett referens-mätsystem och ett kalibreringsobjekt.

## FIXPUNKTSKALIBRERING

Givaren införs i en fixpunktscell t ex trippelpunkten för vatten, stelningspunkten för tenn eller zink. Något referenssystem behövs inte eftersom dessa väldefinierade naturfenomen har tillordnats ett temperaturltal enligt temperaturskalan ITS 90. Se tabellen nedan.

Fixpunktskalibrering utförs hos riksmätplatsen, ackrediterade kalibreringslaboratorier och vissa företagslaboratorier. I laboratoriemiljö är mycket små mätosäkerheter möjliga, ofta < 0,01 °C. De mindre fixpunktsceller som saluförs ger utmärkt referenstemperatur för de tillfällen då man har behov av noggrann kontroll av både termoelement och Pt100-givare.

## JÄMFÖRELSEKALIBRERING

Jämförelsekalibrering är den vanligaste kalibreringsmetoden inom industrin. Den erhållna mätosäkerheten är oftast tillräcklig för kalibrering av utrustning inom industriella processer. Det finns i huvudsak två olika metoder att utföra en jämförelsekalibrering:

- In-situ (på plats)
- I separat ugn/bad

## IN SITU

In situ betyder på plats. Jämför engelskans "on site". Fördelen med in-situ-metoden är att

Nr	Temperatur (°C)	Temperatur (K)	Ämne	Fasövergång
16	1064,18	1337,33	Guld	Stelningspunkt
15	961,78	1234,93	Silver	Stelningspunkt
14	660,323	933,473	Aluminium	Stelningspunkt
13	419,527	692,677	Zink	Stelningspunkt
12	231,928	505,078	Tenn	Stelningspunkt
11	156,5985	429,7485	Indium	Stelningspunkt
10	29,7646	302,9146	Gallium	Smältpunkt
9	0,01	273,16	Vatten	Trippelpunkt
8	-38,8344	234,3156	Kvikksilver	Trippelpunkt
7	-189,3442	83,8058	Argon	Trippelpunkt
6	-218,7916	54,3584	Syre	Trippelpunkt
5	-248,5939	24,5561	Neon	Trippelpunkt
4	≈-252,85	≈20,3	e-H <sub>2</sub> /He	Kokpunkt
3	≈-256,15	≈17,0	e-H <sub>2</sub>	Kokpunkt
2	-259,3467	13,8033	e-H <sub>2</sub>	Trippelpunkt
1	-270,15/-268,15	3 / 5	Helium	Kokpunkt

ITS-90 primära fixpunkter. Platina resistansnormaler (SPRT) används från fasövergång 2 till och med 15 i tabellen. AKL 0076 vid Pentronic använder inom ackrediteringen de grönmärkta fixpunkterna (8-15), som täcker de vanligaste kalibreringsintervallen. Den intensivare gröna färgen (nr 9) markerar temperaturskalans fundamentala fixpunkt. Temperaturen 0 K eller - 273,15 °C kan överhuvudtaget inte realiseras.

givarens normala arbetsmiljö bevaras. Därmed utsätts givararrangemanget för samma skyddsrisksförkluster, strålningsutbyte och liknande som vid normal drift. Inga avvikande faktorer påverkar kalibreringen. Om mätställets temperatur är representativ för det som man egentligen vill mäta blir en senare fråga.

## I SEPARAT UGN/BAD

Med denna kalibreringstyp jämför man givaren i separat bad eller ugn eller motsvarande som är konstruerat för att ge stabila temperaturer.

Metoden med separat ugn eller bad kännetecknas av god kontroll över värmekällans stabilitet och absoluttemperatur.

Denna metod måste användas om det inte är möjligt att genomföra en in situ kalibrering.

## MÖT PENTRONIC PÅ MÄSSA

Vi ställer ut på IndustriMässan i



Dalarna, Borlänge  
18 - 19 oktober



[www.euroexpo.se](http://www.euroexpo.se)

## AKTUELLA TEMPERATURKURSER

### ST1

25-26 oktober 2017  
14-15 mars 2018

Se [www.pentronic.se](http://www.pentronic.se) för senaste information om kursstillfällen. Kontakta oss om temperaturkurs på ditt företag.

## PENTRONICS PRODUKTPROGRAM

- Temperaturgivare
- Temperaturindikatorer
- Handhållna temperaturmätare
- Reglerutrustning
- Kalibreringstjänster & -utrustning
- Fukthalts- & tjockleksmätare
- Utbildningar i temperaturmätning & -kalibrering
- Temperaturtransmitttrar
- Kablar - kontakter - paneler
- IR-pyrometrar
- Dataloggar och skrivare
- Flödesmätare
- GFM Glasflödesmätare
- Elektro-optiska testsystem

## PENTRONICNYTT 2017-3 • ÅRGÅNG 28



Bergsliden 1, SE-593 96 Västervik  
Tel. 0490-25 85 00, Fax. 0490-237 66  
[www.pentronic.se](http://www.pentronic.se)

Anmälan för prenumeration av PentronicNytt gör du på vår hemsida [www.pentronic.se](http://www.pentronic.se)