

# Olika sätt att mäta ytemperatur

Temperaturen på en yta kan mätas med berörande termometrar som termoelement och Pt100-givare eller beröringsfritt med IR-pyrometri. Metoderna har sina för- och nackdelar som vi belyser här.

En givare i direkt kontakt med en varm yta avleder extra värme till omgivningen. Fenomenet kallas termisk belastning och påverkar mätresultatet. Ytemperaturen påverkas däremot inte av en pyrometer som mäter på avstånd.

Den termiska belastningen är tydligast då man mäter med handhållna prober mot ytan. Var man än sätter ned givaren uppstår termisk belastning. Graden av inverkan beror av temperaturskillnaden mellan yta och omgivning, geometri samt probens och ytans värmeledande egenskaper. Temperaturskillnaden driver värmeflödet till omgivningen. För givna förutsättningar på givare och mätobjekt ökar störningen i det närmaste proportionellt med temperaturskillnaden. [Ref 1]

Mätobjekt i form av en kopparplatta leder värme mycket bra och värmeförluster kan lätt utjämnas med värme från närliggande material. En träplatta däremot leder värme dåligt och störningen blir bestående. Den handhållna mätproben är dessutom känslig för varierande anliggningsstryck och -vinkel något som ofrånkomligen ger varierande avläsningar under mätperioden. Se figur 1.

## Mät längs isoterm

Vid fasta installationer kan man undvika handprobens belastande mätning genom att förlägga mätpunkten på avstånd från den givardel som avviker från ytan. Se figur 2. Det är viktigt att mellanliggande givardel ligger an mot ytan i varje punkt. Här störs ytan inte vid mätpunkten utan bara där mätspetsen lämnar ytan. Hur lång anliggningen behöver vara beror bl a av givarens och objektets värmeledningsegenskaper.

Av exemplen i figurerna 1 och 2 framgår att man bör mäta längs en isoterm (kurva med samma temperatur) och inte tvärs den. Det senare utgör en temperaturgradient som visar hur temperaturen fördelas längs en väg. Poängen är att två punkter med samma temperatur saknar värme flöde mellan sig.

Punkterna längs en gradient, som inte är noll, har olika temperatur och därmed existerar ett värme flöde längs gradienten.

I figur 3 visas ytemperaturmätning med en termoelementtråd utanpå ett kärl med ett vätskeflöde. I ena fallet är ytan oisolerad medan den i andra fallet är försedd med isolering. Isoleringen gör att värme flödet ut ur kärlet begränsas kraftigt. Det betyder i sin tur att isoleringens temperaturfall dominerar över stålväggens. Stålets utsida antar nästan flödets temperatur. Utvändig isolering är alltså ett sätt att approximativt mäta innehållets temperatur utanpå ett kärl. [Ref 2]

## IR belastar inte termiskt

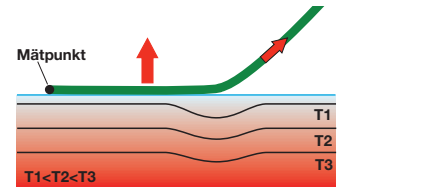
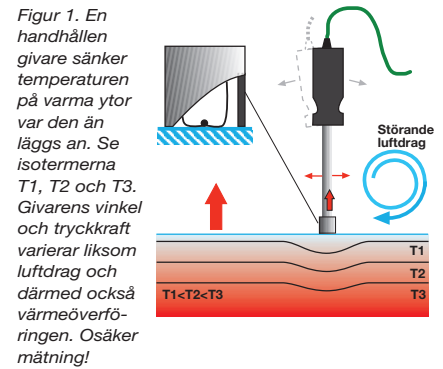
IR-pyrometers stora fördel är att den inte belastar mätobjektet termiskt. Dessutom är svarstiden väsentligt kortare än för termoelement och Pt100 i motsvarande installationer. Det gör den lämplig för t ex rörliga mätobjekt. Några varningar är dock på sin plats, se figur 4:

- Pyrometers mätyta måste vara mindre än mätobjektets, annars kommer bakgrundens temperatur att störa.
- Värmestrålning kan reflekteras via mätobjektet in i pyrometern och störa mätvärdena. Andelen reflekterad strålning från ett mätobjekt beror av emissionskoefficienten  $\epsilon$  (epsilon) som är  $0 < \epsilon < 1$ . Höga värden föranleder liten inverkan av reflexer medan blanka metaller ger lågt  $\epsilon$  och stort mätfel. Koefficienten  $\epsilon$  är svårbestämd och varierar med material, ytstruktur, mätvinkel, våglängd och temperatur.
- Pyrometers starka sida är jämförande mätning eftersom repeterbarheten är bra. Absolut temperatur däremot är svår att mäta och felet är ofta flera grader. [Ref 3]

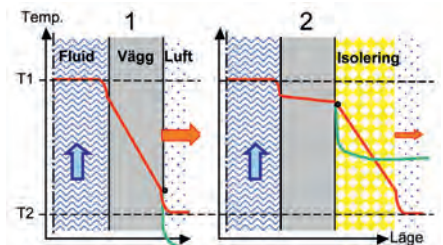
Genom kunskap om den bakomliggande teorin är man bättre rustad att bedöma den osäkerhet man kan vänta sig vid mätning av ytemperatur. [P]

Referenser se [www.pentronic.se](http://www.pentronic.se) >> Kundtidningen >> Kundtidnings-arkiv  
 [Ref 1] Se StoPextra 2002-3, s 4  
 [Ref 2] Se StoPextra 2009-5 s 3, 2002-4 s 3  
 [Ref 3] Se StoPextra 2008-4, -5, -6, s 4.

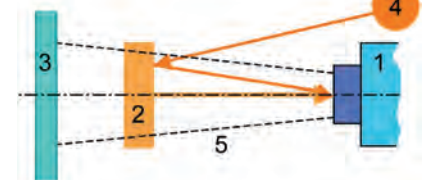
Har du synpunkter eller frågor kontakta Hans Wenegård:  
[hans.wenegard@pentronic.se](mailto:hans.wenegard@pentronic.se)



Figur 2. Fast montage gör att mätfelet kan reduceras. Åtskillnad mellan mätpunkt och utvinkling från mätytan reducerar termiska belastningsfelet. Klart säkrare mätning.



Figur 3. Värme flödets storlek ut ur stål kärlet (röda pilen) bestämmer temperaturgradientens lutning (röd kurva). Fall 1: Friliggande kärlvägg som tar upp större delen av temperaturfallet från T1 till T2. Termoelementet (grönt) mäter väggens ytemperatur. Fall 2: Med utvändig isolering minskar värme flödet och huvuddelen av temperaturfallet tas upp i isoleringen. Givaren mäter nära nog fluidens temperatur (=T1).



Figur 4. 1) IR-pyrometer, (2) mätobjekt, (3) bakgrund, (4) annan värmekälla, (5) pyrometers "synfält". Mätobjektet måste vara större än synfältet. Emissionskoefficienten  $\epsilon$  avgör hur mycket ovidkommande strålning som reflekteras in i pyrometern. Kunskap om IR-pyrometri är viktig för korrekt mätresultat.