

Dynamiska mätfel (1)

Alla mättekniker vet hur svårt det är att mäta den temperatur som man egentligen vill mäta. Detta gäller speciellt när temperaturen varierar med tiden. Huvudorsaken är att en sensor endast mäter sin egen temperatur och det är vanligen inte sensortemperaturen, som man är intresserad av. Lite drastiskt uttryckt kan man säga: Det enda du kan vara helt övertygad om, är att du mäter fel.

I de tidigare artiklarna har vi därför dels diskuterat orsaken till varför vi mäter fel dels gjort uppskattningar av mätfelets storlek. En typ av fel - dynamiska fel - uppstår när den temperatur som man skall mäta varierar med tiden.

Dynamiska mätfel - när och varför?

För att exemplifiera det dynamiska felet betraktar vi ett mycket välisolerat rör med strömmande luft, vars temperatur mäts med ett kapslat termoelement; Figur 1. Om lufttemperaturen är konstant såväl i tiden som i rummet och om vi bortser från värmeutbytet mellan kapsel och vägg mäter termo-

elementet den önskade lufttemperaturen, så snart insvängningsförloppet är avslutat. Vi återkommer senare till frågan om hur länge insvängningsförloppet kan pågå.

Om lufttemperaturen ökar, uppstår ett värme flöde till det kapslade termoelementet, vilket innebär att termoelementets temperatur ökar. Här uppstår emellertid en eftersläpning i mätpunktens (sensorns) temperatur. En orsak är att värme flödet mellan luft och termoelement begränsas av värmeövergångskoefficienten. Om vi - helt realistiskt - antar att värmeövergångskoefficienten mellan luft och termoelement är oändligt stor, så blir kapselns ytemperatur lika med lufttemperaturen. Ju större värmeövergångskoefficienten är desto mindre blir temperaturdifferensen mellan luften och ytan. Om det skulle strömma vatten i röret blir värmeövergångskoefficienten större än om det strömmar luft och därmed blir mätfelet mindre.

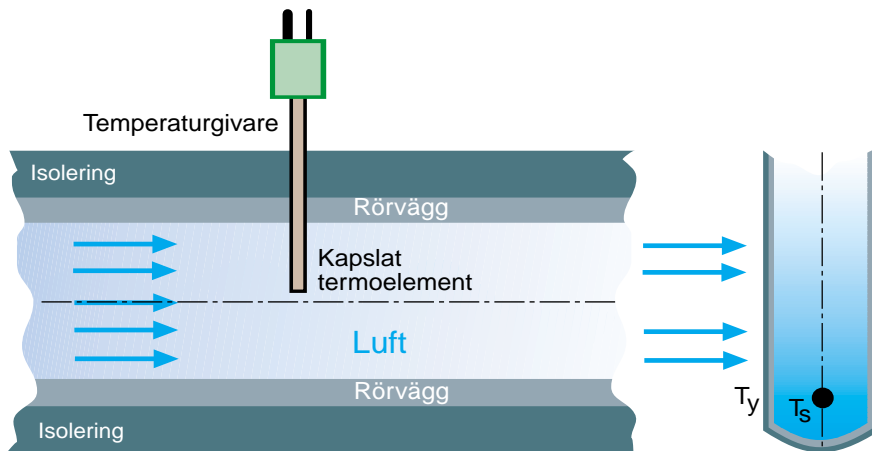
En annan anledning till eftersläpningen är att värme skall ledas från kapselns yta och värma upp materialet inuti det kapslade termoelementet. Det principiella temperaturförloppet framgår av Figur 2. I detta fall antar vi att lufttemperaturen ändras i form av en

stegfunktion. Andra ökningsförlopp ger i princip samma typ av eftersläpning.

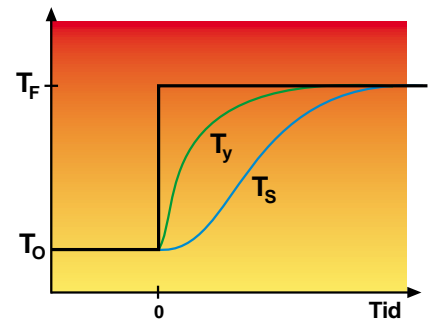
Eftersom vi försummar värmeutbytet mellan termoelement och rörvägg, så mäter sensorn lufttemperaturen efter insvängningsförloppet. Hur fort temperaturändringen sker beror bland annat av värmeövergångskoefficienten mellan luft och termoelement, aktuell geometri och egenskaperna hos de material som ingår i det kapslade termoelementet. Man kan speciellt notera den temperaturskillnad som finns mellan termoelementets yta och dess centrum (mätpunktens läge) under insvängningsförloppet.

I nästa artikel kommer vi bland annat att uppskatta mätfelet och studera ett praktiskt mätproblem.

Har du synpunkter eller frågor om Dan Loyds artikelserie kan du nå honom på e-post: danlo@ikp.liu.se



Figur 1. Kapslat termoelement för mätning av temperaturen i ett rör med strömmande luft, vars temperatur ökar momentant från T_0 till T_F .



Figur 2. Principiellt temperaturförlopp vid en momentan ändring av lufttemperaturen från T_0 till T_F .