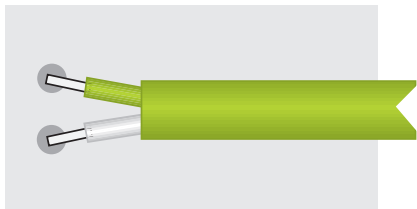


# Använd delad mätpunkt på ytan

**Många känner till att man kan svetsa eller löda fast termoelementtrådar med delade mätpunkter på metallytor. Hur fungerar det, är metoden tillförlitlig och hur gör man för att minimera värmeförluster i mätpunkterna? Läs vidare om fördelar och begränsningar.**

Det är vanligt att vilja veta yttemperatur i olika sammanhang. Eftersom en givare mäter fel om den belastar ytan termiskt bör den göras med så liten massa som möjligt. Det innebär att okapslad termoelementtråd i många fall kan komma ifråga. Givaren bör anbringas i direkt kontakt med ytan eftersom värmeöverföringen domineras av värmeledningen (konduktiviteten) i lägre temperaturer. Säkraast är då att silverlöda eller svetsa fast tråden mot ytans mätställe. Speciella svetsapparater finns för ändamålet. Lättast är att använda tråd med en solid ledare per skänkel. Se figur 1.



Figur 1. Exempel på termoelement med delad mätpunkt anbringad på en yta.

Nu uppkommer frågan huruvida termoelementets trådar behöver stå i direkt kontakt med varandra i mätpunkten? Svaret är att de inte behöver det. Man kan svetsa eller löda trådarna var för sig mot ytan. Två villkor gäller för god funktion:

1. Kravet på mätpunkten är att förbinda trådarna elektriskt.
2. Trådarnas ändpunkter mot ytan förutsätts ha lika temperatur.

## Krav på mätpunkt

Det viktigaste kravet på såväl delad som gemensam mätpunkt är att de fungerar som elektrisk ledare under mätningens hela tidsrymd inklusive den mekaniska samt kemiska påverkan som mätpunkten kan utsättas för. Tänk också på att mätpunkten

utgörs av den sista kortslutningen av trådarna innan instrumenteringen. Vid ytmontering av gemensam mätpunkt på ett trådtermoelement finns risk för att denna kortslutning hamnar en stycke ovanför ytan. Även om konduktiviteten från ytan till trådarna är mycket bra kan luftomströmning göra att temperaturen i mätpunkten ändras.

Som tidigare förklarats i StopExtra ger termoelement en spänning som motsvarar skillnaden i temperatur mellan mätpunkt  $T_{Mät}$  och referensställe  $T_{Ref}$ . Matematiskt formuleras sambandet som summan av faktorerna -känslighet gånger temperaturskillnad- längs hela termoelementet:

$$E = S_1(T_{Mät} - T_2) + S_2(T_2 - T_3) + \dots + S_n(T_{Ref} - 0) \quad (1)$$

E är utsignalen i  $\mu V$  och  $S_1$  till  $S_n$  är känsligheten (seebeck-koefficienten) inom respektive längdavsnitt ( $\mu V/^\circ C$ ).  $(T_n - T_{n+1})$  är temperaturskillnaden i de olika längdavsnitten. Sista termen utgör kompenseringen för "kalla lödstället". Genom att införa temperaturskillnaden till noll får mätresultatet rätt nivå i celsiusgrader.

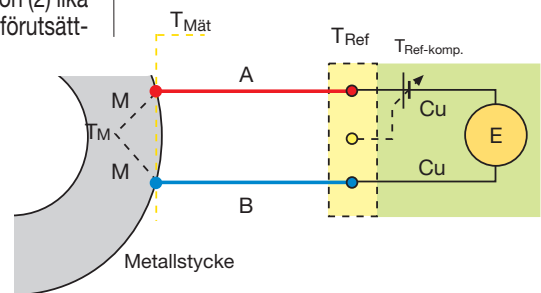
Ekvation (1) tillämpad på exemplet - se figur 2 - ger följande uttryck:  $E = S_{AB} T_{Mät}$ , eftersom

$$E = S_{MM}(T_M - T_{Mät}) + S_{AB}(T_{Mät} - T_{Ref}) + S_{AB}(T_{Ref} - 0) \quad (2)$$

## Ingen signal

Under förutsättning att metallstycket är homogent kan en fiktiv mätpunkt  $T_M$  antas någonstans inuti detta. De tänkta termoelementtrådarna övre M och undre M är lika varför känsligheten  $S_{MM} = 0$ . Det innebär i sin tur att första termen inte ger något bidrag till utsignalen E. Därmed blir ekvation (2) lika ekvation (1) om vi mäter med den förutsätt-

Figur 2. Delad mätpunkt går bra att använda på metallytor. Båda trådändarna förutsätts fästa på punkter med lika temperatur. Kompensering för kalla lödstället kan, som i figuren, göras medelst addition av uppmätt referensstemperatur. Alternativt kan referensstället fysiskt placeras i nollgradigt isvattenbad vilket tydligare stämmer med ekvationerna.



ningen att båda trådarna har temperaturen  $T_{Mät}$  i anslutningspunkterna.

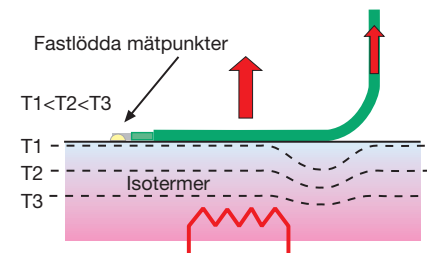
Olika temperaturer medför ett felaktigt mätvärde som är komplicerat att beräkna. Antag att tråd B's mätpunkt skiljer sig  $\Delta T$  grader mot A's. Man kan då visa att vi som tillägg får en blandterm  $S_{MP} \cdot \Delta T$  som innehåller känsligheten för metallen M kombinerad med trådlegeringen i B. Enklaste vägen ut ur problemet är att hålla  $\Delta T$  så litet som möjligt genom kort avstånd mellan trådarna i mätpunkten, ungefär som i figur 1.

## Montera isotermt

I praktiken bör man också tänka på att montera trådarna så att man mäter isotermt. Låt dem vara isolerade men löpa i kontakt med metallytan några centimeter så att temperaturdifferensen blir liten och inte driver ut värme genom trådarna. Se figur 3.

Alternativa mätmetoder är att använda metallmantlade termoelement, som passar vid större mätobjekt och högre temperaturer, eller strålningspyrometri. Tunna termoelementtrådar ger dock minimalt mätfel vid delad anbringning.

Synpunkter och frågor är välkomna till: [hans.wenegard@pentronic.se](mailto:hans.wenegard@pentronic.se)



Figur 3. Genom att anbringa givaren så här undviker man att det extra värmeflödet genom givarkabeln belastar mätpunkten.