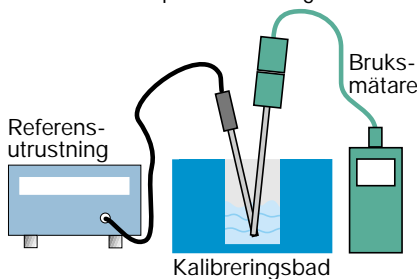


Utred mätosäkerheten

(2) Osäkerhetsbudget för ISO 9000

Mätosäkerhetsangivelsen är mätvärdets kvalitetsmått, konstaterade vi i StoPextra 1/2003. Varje moment i spårbarhetskedjan inkluderat själva mätuppdraget ligger till grund för den totala mätosäkerheten. Hur tar man då fram mätosäkerhetsbidragen? Vi ger ett översiktligt exempel som kan duga bra för kraven i ISO 9000.

Låt oss studera en länk i spårbarhetskedjan, en vanlig jämförelsekalibrering, där ett referenssystem (0,01°C upplösning) med Pt 100-givare ska kalibrera en handindikator (0,1°C upplösning) med termoelement i 50°C. Jämförelsen sker i en blockugn med vatten runt mätpetsarna. Se figur 1.



Figur 1. Jämförelsekalibrering i blockugn med utjämnande vattenbad i botten. Uppställningen motsvarar "STEG 2" i förra artikelns kalibreringskedja.

Regelverken GUM och EA-4/02 (se www.european-accreditation.org) anger att minst tio mätvärden ska registreras. Ur dessa kan medelvärden och standardavvikelser enkelt beräknas för referens och mätobjekt. Övriga osäkerheter måste i regel uppskattas realistiskt med hjälp av datablad samt egna eller andras erfarenheter. Det är det som är det svåraste att göra på ett trovärdigt sätt i mätosäkerhetskalkylen. Det gäller att inte vara alltför optimistisk. Konfidensnivån ("sannolikheten") kan bli lägre än 95%.

Därefter ska ingående osäkerheter, u_i , summeras med sin standardavvikelse enligt formeln:

$$U = \pm k (u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + \dots)^{1/2} \quad (1)$$

där normalt $k = 2$. Det innebär att osäkerheternas fördelning måste vara känd. Mätosäkerheten från referensens kalibreringsbevis är normalfördelad och angiven som två standardavvikelser ($k = 2$). För att komma över till en standardavvikelse delar man med 2. (Se tabellen rad 1). Uppskattade intervall, som t ex $\pm 1^\circ\text{C}$, anses oftast vara rektangelfördelade, vilket innebär att standardavvikelsen erhålls genom division med $\sqrt{3}$. De egna mätvärdesseriernas standardavvikelser får man direkt med hjälp av motsvarande formel i kalkylbladet Excel.

Tabell 1 visar typiska sifvervärden på de i huvudsak oberoende osäkerheter som bru-

kar förekomma i en jämförelsekalibrering enligt exemplet. Använd utrustning förutsätts modern liksom att operatören har utbildats. Den standardiserade mätosäkerheten kräver att alla osäkerheter som kan påverka mätningen beaktas. Därför är rad 8 öppen för övriga osäkerhetsfaktorer. Typiskt för termoelement är referensställets känslighet för variationer i rumstemperaturen samt inverkan av temperaturgradienter över kontakter och skarvkablage.

På nedersta raden har standardavvikelseerna summerats enligt formel (1). Reglerna anger att avkortning normalt ska ske uppåt enligt kalibreringsobjektets upplösning, vilket här betyder tiondels grader. Med täckningsfaktorn $k = 2$ erhåller man den totala mätosäkerheten, $\pm U$, som enligt den teoretiska modellen, med 95 % sannolikhet (konfidens) ska täcka in den verkliga mätosäkerheten.

Kommande artikel behandlar processmätningen.

Rad	Osäkerhetskälla, u_i (°C)	Exempel på osäkerhet (°C)	Fördelningstyp	Omräkningsfaktor för standardavvikelse
1	Mätosäkerhet angiven i referenssystemets kalibreringsbevis med $k=2$.	$\pm 0,015$	Normal	1/2
2	Referenssystemets drift med tid och användning. Erfarenhet och datablad.	$\pm 0,025$	Rektangel	1/ $\sqrt{3}$
3	Upplösning referenssystem. Se displayens upplösning.	$\pm 0,01$	Rektangel	1/ $\sqrt{3}$
4	Referensseriens standardavvikelse. Beräknas på minst 10 mätvärden.	$\pm 0,01$	Normal	1
5	Gradienter i ugn/bad. Erfarenhet och datablad.	$\pm 0,05$	Rektangel	1/ $\sqrt{3}$
6	Mätobjektsseriens standardavvikelse. Beräknas på minst 10 mätvärden.	$\pm 0,05$	Normal	1
7	Upplösning mätobjekt. Se displayens upplösning.	$\pm 0,1$	Rektangel	1/ $\sqrt{3}$
8	Övriga osäkerheter: Temperaturdrift, gradienter mm. Erfarenhet och datablad.	$\pm 0,1$	Rektangel	1/ $\sqrt{3}$
Total mätosäkerhet U med $k=2$ och exemplifierade värden:		$U = \pm 0,179$	Avrundas enligt regler: $U = \pm 0,2$	

Tabell 1. Sammanställning av normala felkällor vid en jämförelsekalibrering. Man kan mycket väl dela upp osäkerheterna finare, t ex gradienten i rad 5 i separata komponenter, en axiell och en radiell, om man känner dessa. För de minsta värdena blir inverkan på totalsumman försumbart liten vid uppdelning. I Pentronics kurser genomförs mätosäkerhetsuppskattningar utförligt med hjälp av teori och praktiska erfarenheter från laborationerna.