

Utred mätosäkerheten

(3) Din egen mätning osäkrast

De klart största osäkerhetsbidragen beror av användarens mätkunskap och mätmiljö kombinerat med instrumentegenskaperna, som oftast är prisrelaterade. I föregående artiklar har vi sett hur spårbarhetskedjans osäkerheter summeras inför den egentliga mätuppgiften.

Steg 1 innebar kalibrering av referensutrustningen på ackrediterat laboratorium, vilket ger direkt koppling till definitionerna på temperatur. Steg 2 var en jämförelsekalibrering på företagslabb mellan referens och den termometer som ska utföra mätuppgiften. I steg 3 ska vi se vilka osäkerheter som kan tillkomma i mätuppgiften.

Livsmedelstransporter

Låt oss anta att mätuppgiften består av att mäta temperaturen på kyltransporterade livsmedel vid lossning och inlastning till kylrum. Mätområdet ligger inom 0 - 10°C. Termometern är en typisk enkel handhållen indikator med termoelementgivare och upplösningen är 0,1°C. Temperaturdriften ±0,05°C per grads ändring i omgivningstemperaturen är också typisk för dessa instrument.

En stor felkälla hos termoelementindikatorer är känsligheten för temperaturförändringar vid givaringången. Referensstället är vid kalibrering tempererat till 23°C. Om mätningen utförs inuti varubilens kylrum, utomhus på lastkajen eller efter inlastning i nytt kylrum, kan osäkerheten med temperaturdrift reduceras genom att placera indikatorn i jämn temperatur.



Figur 1. Exempel på temperaturmätare med givare för kontroll av livsmedel i kylkedjan. Osäkerheten med temperaturdrift kan reduceras genom att placera indikatorn i jämn temperatur.

rum, inser man att handhållna indikatorer lätt utsätts för mycket varierande omgivningstemperatur. Dessutom kan transienta avvikelser tillkomma under tempereringsfasen vid förflyttning mellan temperaturzonerna, t ex från förvaring i rumstemperatur till mätplatsen. Antag att omgivningstemperaturen varierar ned till + 3°C. Då blir osäkerhetsbidraget här i exemplet (23-3) 0,05=1,0°C. Se rad (8a) i tabellen. Ett alternativ är att placera indikatorn i ett uppvärmt utrymme och med lång kabel till givaren, men då krävs av praktiska skäl betydligt dyrare utrustning.

Givarplacering kritisk

Givarens placering och konstruktion kan också ge upphov till stora felkällor. Mätosäkerheten beror helt på vad som finns bakom kartongväggen, luft eller kylt livsmedel. Bäst är att placera en tunn trådgivare mellan två staplade kartonger. Då finns livsmedel åtminstone på den övre förpackningens botten och nästan utan isolerande luftspalter i kontakt med givaren. Trådgivaren kan i bästa fall ge någon halvgrads osäkerhet inom kort tid (rad 5). En ø 3 mm givarspets

av stål (t ex för Pt 100- och termistorgivare) kan bidra med ett par grader även efter lång väntan. Det är en stor anledning till att man väljer tunna termoelementgivare.

Föregående kalibrering av brukstermometern (se artikel 2) gjordes visserligen vid 50°C. Av erfarenhet vet vi att mätområdet 0 - 10°C också ger mätosäkerheten ±0,2 (rad 1), då skillnaderna till rumstemperatur är likartade och därmed värmeledningens storlek. Hantering och användningstid kan ge förändringar, normalt inom ±0,1 (rad 2). Upplösningen kommer in även i mätsituationen med ±0,1°C (rad 7).

Användaren viktig kugge

Under övrigt kan man sedan lägga in garande osäkerheter relaterade till alltför korta mättider och gradienter över kabelskarvar. Här har vi valt relativt gynnsamma ±0,2°C (rad 8b), vilket förutsätter personal som känner till temperaturmätningens grunder.

Efter avrundning och med 95% konfidens blir mätosäkerheten i exemplet ±1,4°C enligt GUM-metodens matematiska modell. Referenssystemet hade ±0,015°C och brukstermometern ±0,2°C mätosäkerhet. Vi ser att osäkerheten ökar kraftigt med varje steg i spårbarhetskedjan. Man bör tänka på att mätosäkerheten kan bli avsevärt större om man överskrider förutsättningarna nägonstans i spårbarhetskedjan.

Rad	Osäkerhetskälla, U_i (°C)	Exempel på osäkerhet (°C)	Fördelningstyp	Omräkningsfaktor för standardavvikelse
1	Ingående mätosäkerhet ur egen kalibrering i Steg 2, $k=2$	±0,2	Normal	1/2
2	Drift med tid och användning sedan kalibreringen	±0,1	Rektangel	1/√3
5	Gradienter på mätstället	±0,5	Rektangel	1/√3
7	Upplösning i mätinstrumentets display	±0,1	Rektangel	1/√3
8a	Drift på grund av omgivningstemperaturen	±1,0	Rektangel	1/√3
8b	Övriga osäkerheter. Säkerhetsmarginal.	±0,2	Rektangel	1/√3
Total mätosäkerhet U med $k=2$:		$U = \pm 1,338$	Avrundat:	$U = \pm 1,4$

Tabell 1. Total mätosäkerhet för hela spårbarhetskedjan i exemplet med livsmedelskontroll (steg 3) blev ± 1,4°C. Jämförelsekalibreringen i steg 2 gav ± 0,2°C och kalibreringsbeviset för referensutrustningen i steg 1 angav ± 0,015°C. I tabellen är ej relevanta rader borttagna jämfört med föregående artikel.