

## Kalibreringen stannar inte för att fabriken läggs ned

Mitt inne i Stockholm, granne med Essingeleden, tillverkar Fresenius Kabi läkemedel. Nästa år flyttas tillverkningen till Uppsala och fabriken läggs ned.

- Vi fortsätter att utveckla personal och utrustning tills sista ampullen är tillverkad, säger kalibreringsingenjören Lars Rask.

Fabriken ägdes tidigare av Pharmacia, men såldes till tyska Fresenius för ett år sedan. Här tillverkas flytande läkemedel som näringslösningar, spårämnen och vitaminer samt anestesipreparat, med andra ord sövande och avslappnande medel.

Preparaten kan vara livsavgörande för människor över hela världen. Därför kontrolleras hela produktionen rigoröst och kontrollutrustningen kalibreras i sin tur regelbundet och med spårbarhet.

- Tryck och temperatur är våra viktigaste parametrar, berättar kalibreringsteknikern Koorosh Fardipour.

Den känsligaste punkten i tillverkningen är autoklaverna för ampuller och flaskor. Alla mikroorganismer måste oskadliggöras och här räcker det inte att läsa av mätvärden. Bakterierna reagerar bara på den verkliga temperaturen och spårbar temperaturmätning är av yttersta vikt.

### Vätskebad i produktionen

Spårbarhetskedjan börjar på ett ackrediterat kalibreringslaboratorium, bl a Pentronics, dit man regelbundet skickar referensgivare och instrument. På hemmaplan används dessa för att göra jämförelsekalibreringar direkt mot temperaturgivarna i produktionen.

- Vi tar med oss vätske- och oljebad och gör jämförelsekalibreringar på plats, förklarar Lars Rask.

Temperaturgivarna sitter ofta krångligt till och personalen måste klättra omkring i maskinerna för att komma åt dem. Innan vätskebadet flyttas, måste de svalna av. Det är inte särskilt hälsosamt att klättra omkring med en behållare med 180-gradig olja i famnen.

- Vi försöker övergå till blockkalibratorer. Det skulle förenkla kalibreringarna och minska tidsåtgången, säger Lars Rask och påpekar att bekvämligheten får stryka på foten om toleranskraven inte uppfylls i praktiken.

Kravet är att mätosäkerheten i produktion ska vara inom  $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$  med spårbarhet. Det kan låta mycket i en tid då instrument visar temperatur med både fyra och fem decimaler, men det krävs ett minutöst arbete för att klara det i verkligheten, i varje enskild flaska som autoklaveras.

### Kunskaper kontrolleras

När Lars och hans kollegor berättar om utvecklingsarbetet, märks det inte att fabriken läggs ned nästa år. Det spelar ingen roll. Högsta kvalitet gäller till sista ampullen och fram tills dess fortsätter förbättringsarbetet.

Samma sak gäller personalens utbildning. Nyligen slogs avdelningarna för kalibrering, el, styr- och reglerteknik ihop. Då ansågs tiden mogen för en uppräsning av kunskaperna om temperaturmätning och kalibrering. Pentronic genomförde en anpassad utbildning på plats i fabriken.

- Även för den som har ett bra grepp om temperatur är kursen nyttig. Det är alltid något som man har glömt bort, säger Koorosh Fardipour.

Att kunskaper måste underhållas, ingår i kulturen på Fresenius Kabi.

- Vi får se filmer som visar vad som faktiskt har hänt patienter när någon slarvar i tillverkningen av mediciner. Sedan genomgår vi ett prov för att visa att vi verkligen förstått, säger Koorosh Fardipour.

### Årliga revalideringar

I produktionen nöjer man sig inte bara med att kalibrera temperaturgivarna. Autoklaverna revalideras en gång om året. Det går till så att nykalibrerade temperaturgivare skickas med lasten, för att kontrollera temperaturen där ordinarie givare inte mäter. Vid revalideringarna används i några fall specialbyggda temperaturgivare. Ett exempel är en givare med 12 Pt 100 mätelemt avsedd för en roterande autoklav. Detta görs för att undanröja temperaturgivarens grundläggande problem - den kan bara mäta sin egen temperatur. Vad temperaturen är en meter från givaren kan man bara säkert veta genom att mäta just där.

### Utbildning i temperaturmätning

Det finns fortfarande platser kvar på några av vårens kurser i spårbar temperaturmätning. Anmälan kan göras direkt på internet, [www.pentronic.se](http://www.pentronic.se) eller på telefon 0490-25 85 00.

### Temperaturgivare direkt från lager

Har du behov av kort leveranstid? Välj då givare från vårt lagersortiment som presenteras i bifogade katalog.



Maria Vidal fortsätter att kalibrera temperaturgivare fram till den dag då Fresenius Kabis fabrik i Stockholm läggs ned nästa år. Infällda i bilden syns Koorosh Fardipour och Lars Rask.

## Inte bara svarvare

Här är gänget som tillverkar byggstenarna till Pentronics temperaturgivare. De är inte bara riktiga hejare på att svarva "omöjliga" legeringar. De vet vad som krävs för att tillverka komponenter till riktigt bra givare.

- Vi har fortlöpande utbildning i temperaturmätning, berättar produktionschefen Steve Palm.

Svarvgruppen fungerar som ett eget företag med elva anställda. Gruppen arbetar under eget ansvar och har inom sig många av de funktioner som normalt ligger på andra händer inom företaget. Alla har ytterligare uppgifter vid sidan om arbetet vid svarven.

Gruppen sköter sin egen produktionsplanering, ansvarar för lagerhållning och gör inköp av allt material. Dessutom har gruppen eget kvalitetsansvar.

- Pentronics tillverkning sköts av ett antal

målstyrda grupper, varav svarvavdelningen är en, förklarar Steve.

### Lyckad målstyrning

Pentronic har arbetat så här i flera år. Fördelarna är större kapacitet och framför allt en effektivare planering och ett större ansvar hos dem som gör jobbet. Den målstyrda gruppen har hela ansvaret från inköp av råvaror till kvalitetskontroll.

Helhetsansvaret leder till att Pentronic kan arbeta med spårbarhet i alla steg och när det gäller t ex svarvade skyddsfickor av typen DIN form D stämplas ett kontrollnummer in i varje ficka, som därmed kan spåras till stålverket och den enskilda smältan.

Spårbarheten går att åstadkomma på alla underdetaljer från svarvavdelningen. I praktiken faller det på att många detaljer är så små att det inte finns utrymme att märka dem.



Den NC-styrda supportsvarven fyller hålet mellan enstyckstillverkning i supportsvav och storskalig produktion i de NC-styrda maskinerna.

- På kundens begäran behandlar vi ordern separat och kan erbjuda full spårbarhet på allt, förklarar Steve.


### Flexibel produktion

Maskinellt har svarvgruppen såväl högpresterande NC-styrda svarvar som supportsvav. Det senaste tillskottet är en NC-support med manuella verktygsbyten. Alla rörelser i x-, y- och z-led är programmerade.

- Vi ska vara lika konkurrenskraftiga hela vägen från enstyckstillverkning till storskalig serieproduktion, säger Steve.

De "omöjliga" legeringar som nämndes inledningsvis är t ex Inconel och Hasteloy. Till de mer lättarbetade hör syrafast rostfritt stål, vilket bara det är en utmaning.

Bitarna formas för att optimera temperaturgivarens egenskaper, vilket sälvan är optimalt för material och svarvutrustning. Då måste personalen förstå varför detaljen måste utformas på ett visst sätt.

Den förståelsen finns inte på en vanlig mekanisk verkstad. Det har Pentronic fått erfara när man försökt lägga ut bearbetning på lego. Kryptiska förklaringar om de termodynamiska principerna brukar inte falla i god jord. På Pentronic är jordmånen bättre efter många år av utbildning och erfarenhet av just den här typen av tillverkning. 



Sex av elva på svarvavdelningen, en av Pentronics målstyrda grupper. Här jobbar man med hela kedjan från materialinköp till kvalitetskontroll.

NDC Infrared Engineering har konstruerat en ny generation beröringsfria IR-mätare. Serien heter MM710, är tio gånger snabbare än liknande mätare och kräver varken regelbundet underhåll eller kalibrering.

Friheten från underhåll och kalibrering har två förklaringar:

- Mätaren är robust byggd med funktioner som skyddar utrustningen. Bl a stänger mätaren av sig om den interna temperaturen blir för hög. Automatsäkringar hindrar strömspikar från att skada elektroniken och den har anslutning för luft- och vattenkyllning. Man lämnar även fem års garanti på filterhjulsmotor och lampa.

- Inbyggd intelligens kontrollerar mätarens funktion. Det finns t o m en detektor som kontrollerar smutsupbyggnaden på glasets som skyddar sensorerna. Vid fel slår mätaren larm och föreslår åtgärd.

MM710 är tio gånger snabbare än föregångaren tack vare ny teknik med bl a dubbla IR-detektorer och s k beam splitting som

## 10 gånger snabbare på fukt, fett och protein


balanserar bort förändringar i det utsända IR-ljuset och i omgivande belysning.

Varje mätare är vid leverans grundkalibrerad för sitt användningsområde. Anslut mätaren, justera nollnivån så att den stämmer med det egna laboratoriets mätningar och ta den i drift.

MM710 fungerar lika bra ensamt som i nätverk. Den har gränssnitt för Ethernet, samt för fältbussar som DeviceNet och Profibus samt analoga utgångar.

I nätverk pratar den med det mesta i datorväg. Fler mätare kan kopplas in utan att systemet måste konfigureras om.

MM710 kan mäta fyra storheter på samma gång. I dagsläget är följande mätningar utprovade: Fukt, fett,

protein och socker. Mätaren används redan på flera håll i världen för mätning på bulkprodukter såsom mat, tobak, kemikalier och läkemedel. 





## FRÅGA? SVAR!

### Blir det kallare när det blåser?

**FRÅGA:** Nu på vintern funderar jag på hur mycket kallare det känns vid en viss luft-hastighet. Blir det kallare när det blåser och går det att räkna ut den upplevda kylan?

O. ro, Vällingby

**SVAR:** Det blir inte kallare när det blåser.

Vind m/s	Temperatur °C					
	0	-5	-10	-15	-20	-25
0	0	-5	-10	-15	-20	-25
2	-2	-7	-12	-17	-23	-28
7	-11	-17	-25	-32	-38	-45
11	-16	-23	-31	-38	-46	-53
16	-18	-26	-34	-42	-49	-57
20	-19	-28	-36	-43	-52	-59

Däremot gör vinden att värmetransporten från huden till omgivningen ökar. Om utetemperatur är  $-10^{\circ}\text{C}$  och det blåser 7 m/s får man samma värmetransport som vid utetemperatur  $-25^{\circ}\text{C}$  och vindstilla. Sambandet visas i intilliggande tabell, vars syfte bl a är att varna för temperaturer och vindhastigheter som kan ge förfrysningsskador.

Värmeflödet från huden till omgivningen sker med konvektion och strålning. Inifrån kroppen sker värmetransporten genom konvektiv värmetransport i blodkärlen och värmeledning. Kroppens reglermekanismer komplicerar det hela bl a genom att påverka blodflödet till och från huden.

*Har du frågor om temperatur? Skriv till StoPextra så får du svar. Ovanstående svar kommer från professor Dan Loyd vid Linköpings Tekniska Högskola och medarbetare i StoPextra.*

## Prova ett "helrör"

Vanliga skyddsror oxiderar snabbt i aluminiumsmältor och alternativet, skyddsror i keramik, går lätt sönder.

Pentronic marknadsför ett nytt skyddsror som är hållbarare och ger kortare svarstid. Det keramikbelagda metallröret motstår aluminiumsmältor och ovarsam behandling bättre än både skyddsror av metall och keramik.

Tack vare keramikbelägningen kan godstjockleken minskas, vilket ger kortare svarstid och en bättre reglering av processen.

Pentronic har ingen erfarenhet av den här typen av både-och-skyddsror. Därför erbjuds de första fem kunderna som hör av sig att prova skyddsroret utan kostnad.

– Villkoret är att vi får ta del av erfarenheterna och berätta om dem här i StoPextra, säger Roland Gullqvist på Pentronic.

## Sagan om Pt 500

Ett ihärdigt rykte gör gällande att temperaturgivare av typen Pt 500 är noggrannare än Pt 100.

– Den som byter till Pt 500 vinner ingenting i noggrannhet, säger Fredrik Arrhén, chef för det ackrediterade kalibreringslaboratoriet på Pentronic.

Sanningen om att ingen rök uppstår utan eld äger sin riktighet även i detta fall. Upphovet är troligen att äldre elektronik har svårt att hantera mätsignalen från ett Pt 100-element, särskilt i temperaturer under  $0^{\circ}\text{C}$ .

– Principiellt är det ingen skillnad mellan platinaelement oavsett om de arbetar med 100 eller 500 ohms resistans, förklarar Fredrik som själv använder givare i andra motståndsklasser.

– Ofta mäter vi endast resistans och då är det lättare med t ex 25 ohms givare. Med en sådan motsvarar 1 m $\Omega$  ungefär 10 mK, vilket gör det lättare att uppskatta instabiliteter och liknande.

### Egenuppvärmning x 5

Vad givaren gör är att den ändrar resistans efter temperaturen. I teorin spelar det ingen roll om givaren lämnar 100 eller 500 ohms motstånd vid  $0^{\circ}\text{C}$ . I praktiken finns skillnader som talar till fördel för Pt 100. När man kör en ström genom en resistans bildas värme. Ju högre resistans, desto mer värme.

Pt 500 alstrar fem gånger mer värme än en Pt 100. Det intressanta är omgivningens temperatur, inte givarens egenuppvärmning.

Den högre resistansen skapas med tunnare platinatrådar. Därför är Pt 500 känsligare för vibrationer. Ett tråd lindat Pt 500 mätlement är ofta större än ett dito Pt 100. Mätlementet får inte plats i många befintliga skyddsror. Alternativet är fillement, vilka i sin tur har betydligt sämre egenskaper än trådlindade oavsett resistans.

### Gamla instrument

Pt 500 har två fördelar: Högre signal som kan vara lättare att hantera i efterföljande elektronik och mindre inverkan av ledningsresistans vid tvåtrådskoppling. Tvåtråds-koppling är känslig för variationer i bl a kontaktresistans och ökar mätosäkerheten.

I Pt 100-standarden finns dessutom en omräkningsfaktor för temperaturer under vattnets fryspunkt, som inte alltid finns inlagd i äldre instrument.

– Moderna instrument har inga problem med Pt 100. Givartypen används för mätningar ned till  $-200^{\circ}\text{C}$ , säger Fredrik Arrhén som understryker att Pt 100 i praktiken är bättre än Pt 500.



0076 • EN 45001

## PRODUKT-NYTT

Årets produktnyheter är samlade på [www.pentronic.se](http://www.pentronic.se)

## 90° per sekund

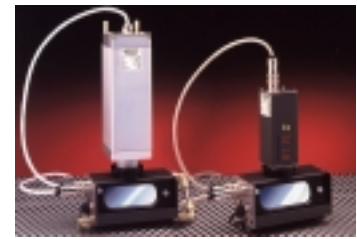
Heitronics nya processpyrometer LS12 har inbyggt "svep". Den mäter temperaturen på 250 punkter på en sekund. Mätpunkterna kan spridas på valfritt sätt.

Principen är enkel: Värmestrålningen fångas av en spegel som vrider sig. Vridningen är  $90^{\circ}$  och svepet fullbordas på en sekund. Hur brett område pyrometern scannar, beror på hur långt från mätobjektet den placeras.

LS12 ersätter flera mätare eller en dyrare värmekamera. Den tillhörande mjukvaran logger uppmätta värden och presenterar dem på bildskärmen som t ex en temperaturprofil i bredd och längdled.

Exempel på användningsområden är mätning under produktion av papper, plast och livsmedel.

Heitronics erbjuder modeller för olika väglängdsområden och temperaturer från  $-50$  till  $+2500^{\circ}\text{C}$ . Alla har möjlighet till kompensering för emissionsfaktorn p g a vinkelfel, vilket ger hög säkerhet vid mätningarna. LS12 finns även med vattenkylning för omgivningstemperaturer på upp till  $220^{\circ}\text{C}$ .



## Pentronic växer i västerled

Pentronics framgångsrika koncept går på export till Norge. Teck Instrument, ett systemföretag inom Fagerberg-gruppen, blir dotterbolag till Pentronic.

– Koncernen lyfter fram temperatur som ett prioriterat område, säger Lars Persson, chef för det nya affärsområdet.

Teck Instrument är Pentronics motsvarighet i Norge. Företagen ingår i samma internationella kunskapsnätverk, vilket betyder att företagen är eniga om hur en bra temperaturgivare ska vara konstruerad och vikten av kalibrering och spårbarhet.

Skilnaden är inriktningen, vilken beror på strukturen i ländernas näringsliv. Teck arbetar även inom området tryckmätning. I Norge kommer Pentronic bl a att bidra med kursverksamhet och det ackrediterade laboratoriets kompetens.

Den nya företagsgruppen är en av de allra största inom området temperaturmätning i Europa med ett 100-tal anställda och en omsättning på cirka 100 miljoner kronor.

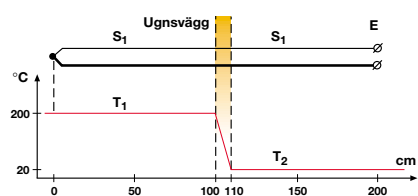
# Termoelementet mäter hela vägen

## Grundläggande temperaturmätning (3)

Att termoelementet mäter temperaturskillnad mellan mätpunkt och referenspunkt är klart för de flesta användare. Men hur inverkar partierna däremellan på mätningen?

Vad blir konsekvensen av att skarva termoelementtråd med anslutningskabel eller kompensationsledning?

Varje längdenhet, t ex centimeter, av ett termoelement lämnar en seebeckspänning som är lika med termoelementets seebeckkoefficient multiplicerad med temperaturskillnaden över längdenhetens ändpunkter. Alla längdenheters seebeckspänning från mätpunkt till referenspunkt summeras och resultatet blir ett mått på temperaturskillnaden mellan ytterändarna. Se figur 1.



Figur 1. Termoelementets utsignal bildas där temperaturgradienter förekommer, ofta i ugnsväggar.

Seebeckkoefficienten finns angiven i tabellverk, t ex i Pentronics Temperaturhandbok.

Seebeckkoefficienten  $S$  uttrycks i t ex  $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$  och temperaturskillnaden  $T_1 - T_2$  i  $^\circ\text{C}$ . Utsignalen till instrumentets ingång är:

$$E = S_1 (T_1 - T_2) \quad [\mu\text{V}] \quad (1)$$

Från 0 - 100, 100 - 110 och 110 - 200 på cm-skalan erhåller vi:

$$E = S_1 (200 - 200) + S_1 (200 - 20) + S_1 (20 - 20)$$

$$E = S_1 \times 180$$

Ett typiskt värde på seebeckkoefficienten för termoelement typ K är  $40 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$  vilket ger spänningen  $7200 \mu\text{V}$ . I en tabell för termoelement K motsvarar detta ungefär

$180^\circ\text{C}$ . Det som fattas är kompensering för referensställets temperatur, som i det här fallet är  $20^\circ\text{C}$ .

### Exempel

Nu ska vi studera vad som händer om vi okritiskt skarvar termoelement med anslutnings- eller kompensationsledning. Följande fall är hämtat ur verkligheten.

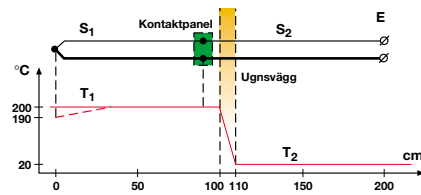
I en stor vakuumugn ska plåtar ytbehandlas. Plåtarna är försedda med påsvetsade termoelementtrådar, vars signalände ansluts till en kontaktpanel inuti ugnen eftersom vakuum ger besvärliga genomföringar. Se figur 2 och 3. Från kontaktpanelen går ett fast kablage med termoelementtråd genom ugnsväggen och vidare till en loggerutrustning. Intressant är att bevaka att mätpunkternas temperaturer inte avviker mer än tillåtet från hålltemperaturen,  $200^\circ\text{C}$ .

Vi tillämpar ekvation (1) på ett termoelement i figur 2.  $S_1$  och  $S_2$  är seebeckkoefficienterna för termoelementet respektive det fasta kablaget. Lämpliga signalsummeringspunkter är där antingen temperaturen eller seebeckkoefficienten ändras. Vi får:

$$E = S_1 (200 - 200) + S_2 (200 - 200) + S_2 (200 - 20) + S_2 (20 - 20) \quad (2)$$

$$E = S_2 \times 180$$

Det är samma resultat som i figur 1, men med den skillnaden att det är seebeckkoefficienten  $S_2$  från det fasta kablaget som ingår. Så länge hela termoelementet ( $S_1$ ) befinner sig i konstant hålltemperatur ger det inget



Figur 2. Skarva inte termoelement förrän de nått ut i rumstemperatur.

signalbidrag. Här är det alltså viktigt att kablaget är kalibrerat, d v s att  $S_2$  är känt.

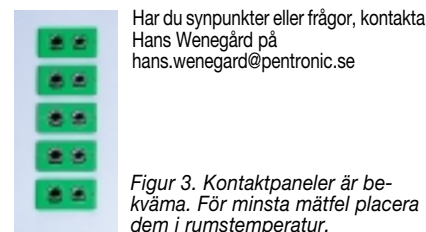
### Mätfel

Det viktiga i exemplet är värmebehandlings hålltemperatur och eventuella små avvikelser från denna. Skulle spetsens temperatur sjunka säg 10 grader så ändras första termen i ekvation (2) till:  $S_1 (190 - 200) = -10 \times S_1$ . Termoelementet får ett begränsat inflytande på mätresultatet. Med 10 graders avvikelse blir inflytandet ungefär 10/180 vilket innebär att det fasta kablaget ( $S_2$ ) ännu står för 170/180 av resultatet. Om man här har kalibrerat kablaget ( $S_2$ ) introducerar termoelementet ( $S_1$ ) ett litet mätfel. Antag att termoelementets seebeckkoefficient  $S_1$  avviker från  $S_2$  motsvarande 2 grader. Felet som påverkar blir då bara 10/180 av 2 grader d v s 0,1 grad vilket med nöd och näppe skulle synas på en display med  $0,1^\circ\text{C}$  upplösning. Omvänt om termoelementet kalibreras kommer felet  $2^\circ\text{C}$  in med 170/180 eller 95%.

### Slutsats

Slutsatsen blir alltså att kalibrering ska utföras på den del av termoelement och anslutningskablage som befinner sig i den största temperaturskillnaden. Ett alternativt och många gånger bättre förslag är att konstruera termoelementen så långa att efterföljande skarvningar sker i rumstemperatur.

Storleksordningen på avvikelser i seebeckkoefficienten mellan olika termoelementmaterial av samma typ framgår av toleranstabeller i standarden IEC 584. Upplysningar finns också i Pentronics temperaturhandbok. I lägre temperaturer, under ca  $250^\circ\text{C}$ , är toleranserna normalt mindre än  $\pm 2,5^\circ\text{C}$ . I högre temperaturer blir toleranserna större och dessutom tillkommer avvikelser på grund av olika åldringsfenomen.



Figur 3. Kontaktpaneler är bekväma. För minsta mätfel placera dem i rumstemperatur.

#### Mer information!

Fyll i, klipp ut och posta kupongen till Pentronic, 590 93 Gunnebo. Telefax 0490-237 66, telefon 0490-25 85 00, e-post info@pentronic.se

#### Kursen "Spårbar temperaturmätning"

- 12-13 april 2000 (Anmälan)
- 10-11 maj 2000 (Anmälan)

#### Kursen "Mätosäkerhet & kalibrering"

- 16-18 maj 2000 (Anmälan)
- 10-12 okt 2000 (Anmälan)

#### Jag vill ha mer information om:

- MM710
- LineScanner LS12
- Jag vill prova ett "helrör"

#### Jag vill ha:

- Temperaturhandboken (Katalog)
- Samling av teknikartiklar ur StoPextra 1990-96. Senare artiklar, se vår hemsida www.pentronic.se
- Gratis prenumeration StoPextra
- Ring mig om företagsförlagd kurs
- Jag vill veta mer om kalibreringsbad
- Jag vill ha ytterligare \_\_\_\_\_ ex av bilagan över lagerförda givare som medföljer detta nummer

Namn .....

Företag .....

Adress .....

Postnr ..... Ort .....

Telefon ..... Fax .....