

# STOP EXTRA

Pentronic AB, 590 93 Gunnebo, telefon 0490-25 85 00, fax 0490-237 66, internet [www.pentronic.se](http://www.pentronic.se), e-post [info@pentronic.se](mailto:info@pentronic.se)

## Satsning på temperatur ökar produktivitet och kvalitet



– Ju mer vi automatiserar, desto viktigare blir temperaturmätningen, säger Bo Johansson på landets största pressgjuteri, Ljunghäll AB i Södra Vi.

Ljunghäll AB i småländska Södra Vi är Nordens största pressgjuteri.

Nu höjer företaget sin kvalitet och produktivitet ytterligare ett steg, med hjälp av mer och noggrannare temperaturmätning.

Ljunghäll arbetar i huvudsak för fordonstillverkare i Sverige och Tyskland. Det gångna året har varit tuftt, men i Södra Vi väljer man att satsa för att bli en ännu mer komplett underleverantör.

Företaget har även ett gjuteri i Caslav, Tjeckien, för mer arbetsintensiva uppdrag. Inriktningen i Sverige är högt automatiserad tillverkning med efterbearbetning och montering av kompletta komponenter.

– Ju mer vi automatiserar, desto viktigare blir temperaturmätningen, säger Bo Johansson, arbetsledare på elavdelningen.

### Färre tillverkar mer

Gjutning är traditionellt ett hantverk, men på Ljunghäll utförs merparten av det handgripliga arbetet av över 100 robotar. Färre personer får ansvar för en växande volym och då gäller det att styrsystemen har rätt ingångsdata och att operatörerna får korrekta beslutsunderlag.

Men det handlar inte bara om ökad produktivitet, kvalitetsfrågan är ännu viktigare.

– Om temperaturen är några grader för

låg, kan det bildas porer inuti gjutgodset. I bästa fall upptäcker vi det om detaljen röntgas innan leverans, i värsta fall kan upptäckten göras i nästa steg hos en annan tillverkare eller hos kunden, ger Bo som exempel.

Bristerna går att förebygga genom noggrannare kontroll av temperaturen. Hur viktig den är, understryks av tröjorna som alla anställda fått och som några har på sig vid vårt besök. Texten lyder: "710 °C – We are hot".

### Fler verktygsbyten

Att hålla den temperaturen kompliceras av att antalet produkter ökar, samtidigt som serierna blir kortare. Fler produkter betyder fler verktygsbyten, vilket i sin tur hela tiden ändrar kylning, värmeledning och annat som påverkar den slutliga temperaturen i verktyget.

Satsningen handlar även om att uppfylla hårdare krav på spårbarhet från kunderna. Om en motorkomponent havererar i en lastbil i Brasilien, ska felet kunna spåras tillbaka till källan.

– Om orsaken är att vi inte uppnått rätt temperatur vid gjutningen så ska det gå att spåra, säger Bo.


Ovanpå detta kommer energi- och miljöfrågan. Vid full produktion kräver Ljunghälls 8 MW el. I en så här energikrävande verksam-

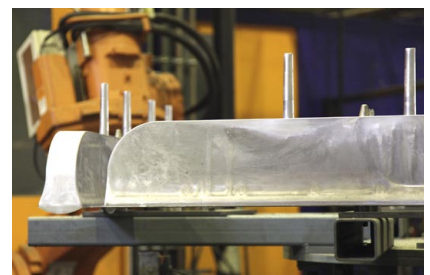
het är det nästan lika illa att värma mer än nödvändigt för att vara på den säkra sidan. Det ska vara rätt temperatur, varken mer eller mindre, vilket också minskar produktionens fotavtryck i form av koldioxid.

### Överskottet värmer byn

Dessutom pågår arbetet med att länka in Ljunghäll på det kommunala fjärrvärmenätet. Värmeöverskottet ska värma bostäderna i samhället. Även här gäller det att ha ordning på temperaturerna, inteminst för att intäkterna ska bli de rätta.

Arbetet pågår med att integrera mer av mätningen i företagets överordnade produktionsstyrningssystem. På underhållsavdelningen åskådliggörs det av en storbildsskärm med en ritning över hela anläggningen. Larmen visas på skärmen i olika nivåer, först som avdelning och sedan kan man gå ned till den enskilda orsaken. Hur djupt systemet ska bli är ännu inte bestämt, men i teorin kan allt som händer i produktionen spåras via systemet.

Men viktigast av allt är att alla värden håller sig inom givna gränser och att produktionen flyter på med högsta kvalitet. Därför satsar Ljunghäll AB på mer och noggrannare temperaturmätning. 



Ljunghäll producerar avancerade gjutna produkter i en högautomatiserad fabrik.

## Kurs på hemmaplan

Tycker du att en genomgång i temperaturmätning kunde behövas på företaget? Pentronic anpassar ett kurspaket på ½, 1 eller 2 arbetsdagar till dina förutsättningar. Passa på att diskutera mätuppkopplingar, kalibreringsrutiner och liknande med kursledaren. Läs mer på [www.pentronic.se](http://www.pentronic.se)

# 2009 blev bättre än väntat för Pentronic

– 2009 överträffade våra förväntningar, trots att det var första gången sedan 1980 som företagets omsättning inte ökade.

Det säger Pentronics VD Lars Persson. Att han är så positiv beror på att 2009 för många företag var, för att citera arbetsmarknadsminister Sven Otto Littorin, ett riktigt skitår.

Under 2009 minskade Pentronics omsättning marginellt, men samtidigt ökade företagets marknadsandelar. Enligt Lars Persson har det flera förklaringar.

– Vi har under året fått många nya kunder, både i Sverige och utomlands. Många utländska kunder har själva sökt upp oss, flera av dem på rekommendation av andra. På en orolig marknad prioriterar man stabila och kunniga leverantörer.

## Framgångsrika kunder

En annan förklaring är att Pentronic arbetar på en expansiv marknad. Bistra tider ökar snarare behovet av effektivare processer och bättre mätprestanda, för att sänka kostnader och öka konkurrenskraften.

Men den viktigaste orsaken till att Pentro-

nic klarat krisen bra, är att flera av kunderna, i synnerhet inom energisektorn, är fortsatt framgångsrika. På längre sikt behöver världen mer energi och av det mer miljöanpassade slaget. Det här är långsiktiga satsningar som påverkas i mindre grad av konjunktursvängningar.

– Bioenergi är ett område som växer, vilket märks bland annat på ökade leveranser av fukthaltmätare, ger Lars Persson som ett exempel.


## Satsning på utveckling

Pentronics satsning på effektivare produktion och nya produkter fortsatte under 2009. Femingenjörer arbetar på heltid med att utveckla en ny typ av transmitter, avsedd att integreras i temperaturgivare, och med en digital buss för effektiv signalöverföring. Utvecklingen är än så länge i sin linda, men den första modellen levereras seriemässigt sedan snart ett år.

Under 2009 anställdes Lars Björkvik, med förflutet som fabrikschef inom Electrolux, som teknisk chef. Hans uppgift är att

säkra och effektivisera produktionsflödena. Det här arbetet har pågått i några år, men har under det gångna året accelererat.

– Alla som arbetar med lean vet att det här är ett arbete utan slut, allt kan bli bättre, och förbättringsarbetet är numera en integrerad del av vår verksamhet, konstaterar Lars Persson.

Resultatet av finanskrisen 2009 är att Pentronic står väl rustat för framtiden, med effektivare produktion och nya produkter under utveckling. 



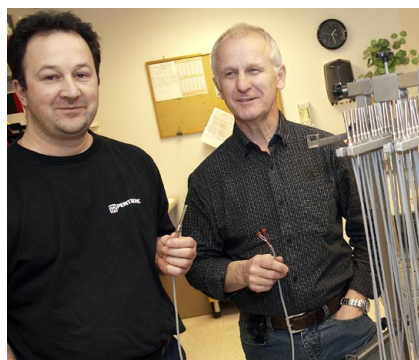
# Tjänster som ger mätningen rätt prestanda

Det som görs efter tillverkningen bestämmer mätutrustningens verkliga egenskaper. Det blir allt tydligare i takt med hårdare krav på lägre energiförbrukning, högre prestanda och bättre kvalitet.

Pentronic erbjuder skräddarsydda lösningar.

De flesta temperaturgivare från Pentronic genomgår spårbar kontroll före leverans. Det har numera utvecklats till kundpassade lösningar på olika nivåer.

Den standardiserade kontrollen sker vid 0 °C (Pt100) eller 100 °C (termoelement). På kundens begäran sker den i andra, för ändamålet mer relevanta temperaturer.



Edin Beganovic (t v) är med och bygger temperaturgivare för hjärt-lungmaskiner och Per Wilén har deltagit vid konstruktionen och försäljningen av dessa givare. Båda har testat konstruktionen vid hjärtoperationer.

En vanlig variant för större serier av termoelement är följande. Givare tillverkade av samma rulle material genomgår två typer av kontroller. Givarna tillverkade av första, sista och mittenbiten testas i flera punkter för att i detalj fastställa materialets egenskaper. Övriga givare genomgår standardkontrollen.

## Samtrimmade system

Ett annat exempel är att 2-3 givare som ingår i en mätsond måste hålla sig inom visst intervall vid provning.

Nästa steg är att kontrollera delar av eller hela mätsystem. Ett exempel är samtrimning av givare och transmitter.

– Vi samtrimmar tusentals givare och transmitter varje år, berättar försäljningschefen Roland Gullqvist.

Samtrimningen skärper mätosäkerheten och har även fördelen att mätvärdet kan användas direkt utan korrekationer, givetvis med hänsyn till aktuell mätosäkerhet. Samma metodik används i fält, där hela mätkedjan kontrolleras eller kalibreras i processen. Fältinsatserna görs vanligen av Pentronics ackrediterade laboratorium.

## Livsavgörande kalibrering

Nyckeln till allra högsta mätprestanda är att utföra kontroller och trimningar i rätt temperatur. Ett påtagligt exempel är temperaturmätning i hjärt-/lungmaskiner. När patientens hjärta stängs av och maskinen tar över, finns inget

utrymme för ungefärlig mätning.

– Två av våra medarbetare har gått igenom hjärtoperationer och varit uppkopplade till hjärt-/lungmaskiner med temperaturgivare från Pentronic. En av dem har deltagit vid konstruktionen och försäljningen av den aktuella givaren och en deltar i tillverkningen av den, berättar Roland Gullqvist.

Tydligare går det inte att åskådliggöra hur viktigt det är att kontrollen av temperaturgivaren anpassas till uppgiften.

Alla kontroller hos Pentronic sker vägg i vägg med det ackrediterade laboratoriet med full spårbarhet till nationella normaler. Om kunden så önskar, sker kontroller och kalibrering i laboratoriet under ackreditering för högsta tillgängliga noggrannhet.

Den mest avancerade formen av slutkontroll utförs på flera tusen produkter om året: Totalkontroll i det ackrediterade laboratoriet.

– Med Pentronic har kunden möjligheten att välja rätt nivå för varje leverans, sammanfattar Roland Gullqvist. 



Samtrimning av givare och transmitter är en allt mer efterfrågad tjänst. T v Pentronics nya givare med integrerad transmitter, t h en konventionell givare med transmitter i kopplingshuvudet.

## När gör strålnings-skydd nytta?

**FRÅGA:** – Vi mäter temperaturen i ett avgasrör med en givare, som är instucken i röret. Givaren är försedd med ett strålningskydd. Motorn går för det mesta med konstant belastning och då är avgastemperaturen ganska konstant. Vid ett tillfälle mätte vi avgastemperaturen både med och utan strålningskydd. När vi jämförde resultatet var det nästan ingen skillnad. Kan det vara rätt?

Simon R.

**SVAR:** När man startar anläggningen har givaren, strålningskyddet och väggen ungefär samma temperatur. Både givaren och strålningskyddet värms snabbt upp av avgaserna, eftersom svarstiden för dessa båda komponenter är förhållandevis kort. Uppvärmningen av rörväggen går däremot långsammare. Värmeledet till och från givaren styrs av konvektion och strålning. Om man under uppstarten mäter avgastemperaturen med och utan strålningskydd får man en skillnad. Strålningskyddet reducerar värmeledet genom strålning från givaren till den kallare rörväggen.

Efterhand värms även rörväggen upp. Om röret är väl isolerat, kommer väggytan att anta en temperatur som ligger något under avgastemperaturen. Inverkan av strålningen på givartemperaturen blir i det fallet liten. Ju sämre rörets isolering är, desto lägre blir rörtans temperatur och därmed ökar inverkan av strålningen på givartemperaturen. I vissa fall kan således skillnaden vara liten om man mäter med eller utan strålningskydd. Med andra förutsättningar kan man få en ganska stor skillnad. När avgastemperaturen ändras uppåt eller nedåt får man alltid en skillnad. De faktorer som inverkar på förloppet är bland annat givarens termiska egenskaper, konvektionen och strålningen.

De frågor som vi tar upp här skall ha allmänt mättekniskt och/eller värmetekniskt intresse.

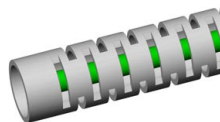
**FRÅGA?  
SVAR!**

I början av januari 2010 sjönk utomhustemperaturen på många platser i södra Sverige till under -20 °C och temperaturen höll sig vid denna låga nivå under flera dygn. Om man mätte temperaturen i ett rum med en yttervägg, fann man att temperaturen var olika beroende på om man använde en strålningskyddad termometer eller inte. Utan strålningskydd vid mätningen kunde skillnaden - "mätfelet" - i vissa fall uppgå till flera grader.

### Givare och människa påverkas

Man fann också att inverkan av strålningen föreföll att öka med tiden. När utomhustemperaturen sjunker, dröjer det alltid en viss tid innan temperaturen på ytterväggens insida börjar sjunka, vilket fördröjer inverkan av strålningen. Svarstiden hos väggen beror bland annat av konstruktionen – ju tyngre väggkonstruktion desto längre svarstid. Normalt kan det dröja mellan en halv dag till några dygn innan insidan av husets ytterväggar har anpassat sig till den låga utomhustemperaturen. På motsvarande sätt får man en eftersläpning av väggtemperaturen inomhus när temperaturen stiger utomhus.

En människa i rummet påverkas på samma sätt som en termometer. Kalla ytterväggar ökar värmeledet genom strålning från kroppen till omgivningen. Vi upplever att det blir kallare i ett sådant rum trots att lufttemperaturen i rummet är densamma som i ett rum med enbart innerväggar.



Strålskyddad givare.

Har du synpunkter eller frågor kontakta professor Dan Loyd, LiTH, på E-post: [dan.loyd@liu.se](mailto:dan.loyd@liu.se)

## PRODUKT-NYTT

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

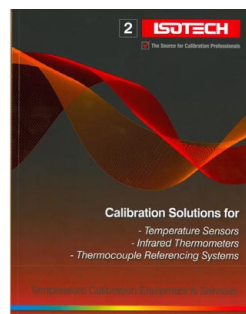
### ISIS-Världens första portabla torrblocksugn ner till -100 °C

Isis 525 är den senaste blockkalibratorm från Isotech. Den är unik eftersom den kan användas för kalibrering ned till minus 100 °C utan att behöva svårhanterliga och kostsamma vätskor. Ugnen har ett flertal olika utjämningsblock, 35 x 160 mm, som är väl anpassade för att ge en stabil mätmiljö och som snabbt kan ställas om till olika temperaturnivåer. Maxtemperaturen är +40 °C, vilket gör att den enkelt kan kompletteras med ugnar och bad för kalibrering vid högre temperaturer.



### Kalibreringsutrustning för det nya året

Isotech presenterar en ny 100-sidig katalog fullspäckad med olika förslag för dig som jobbar med temperaturmätning, från enkel funktionskontroll till kalibrering i fixpunkter. I katalogen finns produkter som ugnar för temperaturgivare och IR-pyrometrar, bad, referensinstrument och lämpliga givare. Katalogen ger också praktiska råd, tips och handledning som du kan ha nytta av. Kontakta oss eller fyll i och skicka in talongen på sista sidan så skickar vi katalogen till dig. Den finns även att tanka ner i pdf-format på Pentronics hemsida.



## I vår kontrolleras laboratoriets prestanda vid systemkalibrering

Under våren kommer en ny audit att göras i och med att ett nytt provobjekt skickas runt bland ett antal ackrediterade kalibreringslaboratorier, däribland Pentronics. Provobjektet är ett högupplöst instrument med två Pt 100-givare för olika temperaturområden.

Kontrollen av ackrediterade laboratorier sker på två sätt. Dels sker regelbunden tillsyn av kvalitetssystem och rutiner. I Sverige är det Swedac som sköter den uppgiften. En del i denna kontroll är att titta på de auditor som laboratoriet har deltagit i.

Ackrediterade laboratorier får själva söka efter och anmäla sig till auditor. En bra sida på nätet att göra detta är [www.intercomparison.org](http://www.intercomparison.org). Det är en organisation som servar både den nordiska och den baltiska marknaden.

Audit är en avancerad form av egenkon-

troll. Ett ackrediterat laboratorium kan själva inbjuda andra att delta. Ett mätobjekt skickas runt och deltagande laboratorier utför kalibrering enligt sina normala rutiner. Sedan jämförs resultaten mellan laboratorier.

– På så sätt får vi en jämförelse av hur vi hanterar vår utrustning och våra måtosäkerhetsberäkningar. Målet är att kunderna ska få likvärdiga kalibreringar vid alla ackrediterade laboratorier, förklarar Lars Grönlund, chef för Pentronics laboratorium.

Initiativet till vårens kontroll, som innefattar flera länder, kommer från den svenska riksmätplatsen för temperatur.

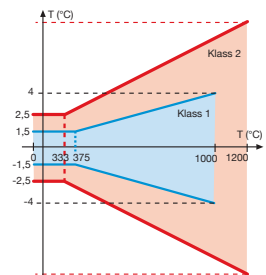
Det kan dröja upp till ett år innan resultatet av en audit är klar och redovisat. I likhet med tillsynen kan resultatet påverka laboratoriets status.



# Hysteres hos termoelement typ K

Typ K är sedan tiotals år det vanligaste bland termoelementen. Därmed är det väl kartlagt med avseende på sina brister och förtjänster. Följande artikel visar på de viktigaste felkällorna och ger en feluppskattning.

Orsaken till populariteten hos typ K torde vara dess stora användningsområde, från -200 till +1200 °C, samt att oxiderande miljö (luft) inte inverkar menligt på exponerade trådar.



Figur 1: Toleranser för termoelement typ K och typ N enligt IEC 584-2. Klass 1: Störst av 1,5 °C eller 0,004 x t, (t i °C) resp. Klass 2: Störst av 2,5 °C eller 0,0075 x t.

IEC 60584-2 är den internationella norm som definierar arbetsområdet för typ K. Se figur 1.

Nu finns en del fenomen som kan göra att toleransklasserna inte alltid kan upprätthållas. Se sammanställningen i figur 2. Mätfel och osäkerheter ökar alltid med ökande temperatur och det får man leva med.

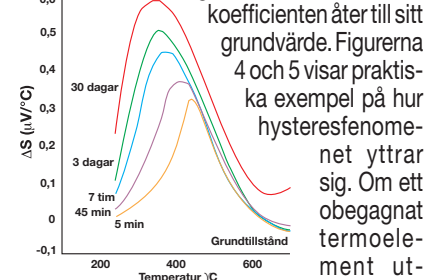
Felkälla avseende termoelement typ K	Avvikelse max temperatur (°C)		
	<200 °C	<600 °C	<1200 °C
1 Tolerans IEC 584 klass 2	± 2,5	± 4,5	± 9
2 Homogenitet	≤ 0,1	0,1-1	2-6
3 Åldring	≤ 0,1	< 2	1-50
4 Hysteres	-	2-5	2-5
5 Grönrota, speciella föruts.	-	-	10-100
6 Referensstället	0,3-3	0,3-3	0,3-3
7 Installation, givare	0,1-5	1-10	2-20

Figur 2: Mätfel som kan drabba termoelement typ K inom olika temperaturintervall. Felens storlek är relativt grova uppskattningar, men kan dock utgöra grund för var de största felkällorna bör sökas i en installation.

Hysteres är en för många okänd egenskap hos oädla termoelement. Eftersom typ K och och typ N är vanligast har de undersökts mest. Figur 3 visar vad som händer med känsligheten hos typ K efter olika tiders värmebehandling i olika temperaturer. Den gula kurvan, t.ex, visar att seebeckkoefficienten förändras med 0,3

µV/°C efter bara 5 minuter i 450 °C. Normalt ligger koefficienten kring 40 µV/°C vilket innebär att den ökat med 0,3/40 = 0,75 %. Per 100 graders temperaturskillnad skulle termoelementet mäta 0,75 °C för mycket.

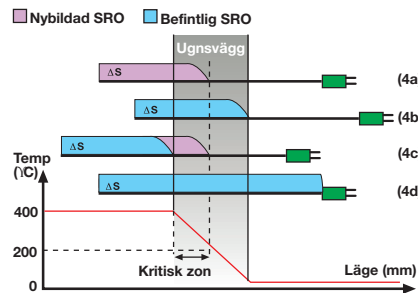
Av figur 3 framgår att det kritiska temperaturområdet för typ K ligger mellan 200 och 600 °C. Ökningen av seebeckkoefficienten är visad upp till 30 dagar i diagrammet och andra uppgifter gör gällande att ökningen kan fortgå upp till 100 dagar, dock med allt mindre bidrag ju längre man väntar. Hysteresen beror på att seebeckkoefficienten växer i det kritiska intervallet 200 – 600 °C. Under 200 grader händer däremot ingenting och över 600 grader minskar seebeckkoefficienten åter till sitt grundvärde. Figuren 4 och 5 visar praktiska exempel på hur hysteresfenomenet yttrar sig. Om ett obegagnat termoelement ut-



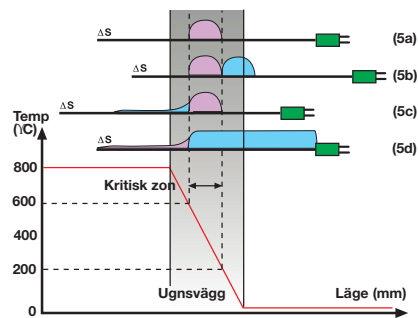
Figur 3. Förändring i seebeckkoefficienten för termoelement typ K som funktion av temperaturnivå och exponeringstid. Den kritiska zonen är inom 200-600 °C.

sätts för en gradient från 200 till 600°C, exempelvis vid passage genom en ugnsvägg, ändras seebeckkoefficienten, ΔS, med tiden enligt figur 4. Det innebär att mätsignalen ökar. Se figur 4a. Den del av termoelementet som befinner sig i konstant temperatur, till exempel 400 °C, får sin seebeckkoefficient jämnt förändrad. Mätsignalen påverkas dock inte alls eftersom temperaturen är konstant över den aktuella givardelen, [ref 1]. Men om man skulle dra ut termoelementet ett stycke kommer denna del att hamna inom gradienten och förändringen i seebeckkoefficient slår igenom helt. Se 4b. Skjuter man in termoelementet så att opåverkat material kommer in i temperaturzonen, börjar omvandlingen från början igen. Se 4c.

Exponering i mer än 600 °C leder till att seebeckkoefficienten återgår till sin ursprungliga nivå. (Se 5c). Om man vill be-



Figur 4 a-d: Ugnstemperatur under 600 °C. Principiell förändring av seebeckkoefficienten, ΔS, vid olika insticksdjup hos termoelement typ K. (a) Utgångsläge för obegagnat givare. S växer med tiden. (b) Vid minskat instick följer större ΔS med in i gradienten vilket ger ökat felvärde. (c) Ökat instick ger nybildning av ΔS som i (a). (d) Värmebehandling ger samma ΔS oberoende av tids- och insticks längd.



Figur 5 a-d: Dito för ugnstemperatur över 600 °C. (a) Utgångsläge för obegagnat givare. ΔS växer med tiden. (b) Vid minskat instick nybildas ΔS i zonen 200-600 °C. Tidigare bildat ΔS ger felbidrag i lägre temperaturer. (c) Ökat instick medför att ΔS minskar i zonen över 600 °C. (d) Nyttan av värmebehandling är här tveksam.

hålla ursprungsnivån i rumstemperatur måste avsvälningen ske snabbt förbi den kritiska zonen. Annars riskerar man att nivån ökar igen enligt diagram 3 och figur 5b. Mätfelet på grund av hysteresen är normalt försumbart. Vid noggranna mätningar under 600 °C kan Pt100-givare vara ett alternativ. Genom att använda termoelement typ N, flyttas tyngdpunkten för hysteresen till ca 700 °C. Dessutom blir avvikelser lägre än för typ K och i storleksordningen någon grad. Även K-material som är komparerat med avseende på reducerad hysteres börjar nu marknadsföras. [P]

[ref 1] = StoPextra nr 2007-5. Se även nr 2001-6 och 2002-1.

Har du synpunkter eller frågor kontakta Hans Wenegård: [hans.wenegard@pentronic.se](mailto:hans.wenegard@pentronic.se)

## Kursen Spårbar temperaturmätning 1

Kryssa i anmälan till önskad kurs.

- 10-11 mars 2010
- 14-15 april 2010
- 5-6 maj 2010

## Kursen Spårbar temperaturmätning 2

- 25-27 maj 2010

Namn .....

Företag .....

Adress .....

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

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

E-post .....

## Jag vill ha mer information om:

- Slutkontroll temperaturgivare
- Torrblocksugn till -100 °C
- Isotech kalibreringskatalog
- Kalibreringstjänster, även hos kund
- Typ K med reducerad hysteres

## Jag vill ha:

- Gratis prenumeration av StoPextra
- Kontakta mig om företagsförlagd kurs
  - Halv- eller heldag teori
  - ST1 komplett, två dagar
  - Annan lösning



SE-590 93 Gunnebo, Sweden  
 Fax. +46 490 237 66, Tel. +46 490 25 85 00  
[info@pentronic.se](mailto:info@pentronic.se), [www.pentronic.se](http://www.pentronic.se)

