

## Turbiner från Malmö alstrar el och värme i England

Volvo Aero Land and Marine Gas Turbines är företaget som i huvudsak satsar på exportmarknaden. De gasturbiner man utvecklat och tillverkar är huvudkomponenten i naturgasdrivna kraftvärmeverk, Combined Heat and Power (CHP), anläggningar med hög teknisk energiverkningsgrad.

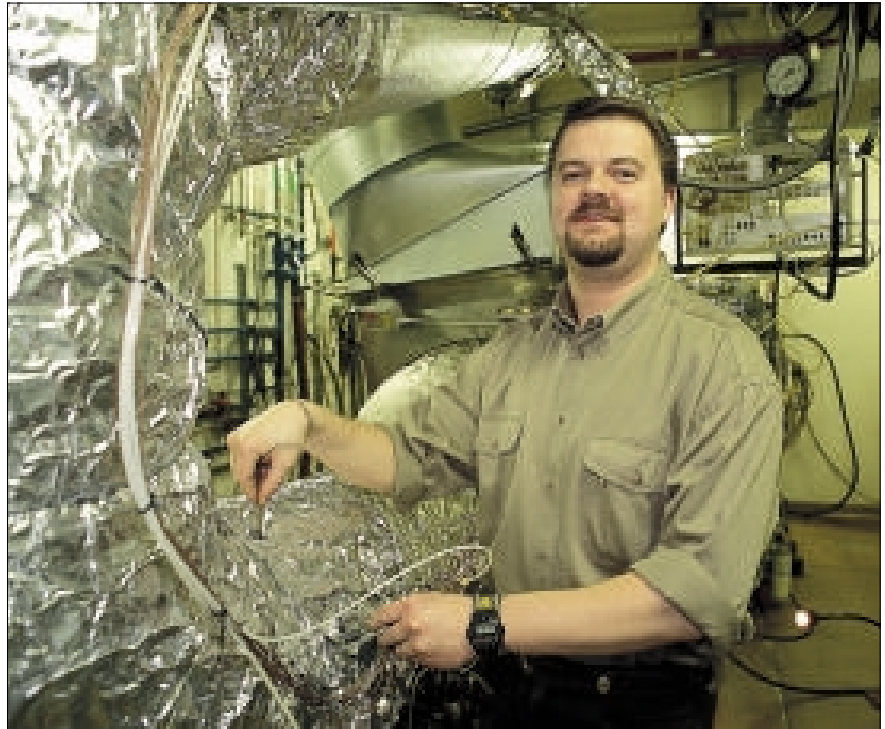
I Sverige är elpriserna låga beroende på vår rikliga tillgång på vattenkraft och kärnkraft, berättar Göran Holmqvist på Volvo Aero i Malmö.

Land & Marine Gas Turbines är ett affärsområde inom Volvo Aero med verksamheter i Coventry, Malmö och Trollhättan. Vid anläggningen på Jägersro i Malmö utvecklas gasturbiner för industriell användning. Det engelska systerbolaget Volvo Aero Turbines UK bygger kompletta CHP-anläggningar med utgångspunkt från gasturbinerna. På programmet finns tre gasturbiner med effekterna 600kW, 2,6 MW och 4,4 MW. De ingående detaljerna tillverkas externt och i Malmö sker utveckling, montering och provning.

### Effektivt utnyttjande

-Vi är övertygade om att CHP-lösningar är ett effektivt sätt att nyttja bränsle. När traditionella värmeverk kan få ut omkring hälften av bränslets energiinnehåll, så ligger våra anläggningar på över 85 procents verkningsgrad, betonar Göran Holmqvist.

Man har valt att introducera sina anläggningar i England, eftersom där redan finns en etablerad marknad. Volvo Aeros CHP-lösningar innebär att man driver gasturbinen med naturgas och att turbinen i sin tur driver en generator som alstrar elektricitet. De heta avgaserna används för att värma vatten eller generera ånga. För den som både har behov av elektricitet och värme är detta en decentraliserad, effektiv lösning. Den höga energiverkningsgraden ger lägre kostnader och är säkert också ett plus för den som räknar miljö- och hushållningseffekter. I England, där Volvo Aero valt att introducera sina gasturbiner, innebär en satsning på CHP ofta att man byter ut elektricitet som alstrats i kol-kraftverk med låg verkningsgrad till en mycket mer effektiv lösning, vilket både ger besparingar och långsiktigt positiva miljöeffekter.




- I gasturbinerna används temperaturgivare bl a för att reglera inflödet av drivmedel, säger Mats Esbjörnsson.

I gasturbinerna används temperaturgivare för att reglera inflödet av drivmedel, som i de flesta fall är naturgas. Temperaturen på avgaserna styr inflödet och stråvan är att hålla så hög temperatur som möjligt eftersom den uttagna effekten är proportionell mot avgas-temperaturen. Givarna utsätts för temperaturer på drygt 550°C vilket ställer krav på material- och konstruktionsval om man ska få önskad livslängd.

### Provningar

- Vi har inte så stora krav på noggrannhet som i en del andra mätsammanhang. I vårt fall är det tillräckligt med den normala leveransprovning som Pentronic gör. Provningsprotokollen visar givarens utsignal vid 100°C där avvikelsen får vara  $\pm 2,5^\circ\text{C}$ , och det räcker för att få en effektiv styrning av inflödet, berättar Mats Esbjörnsson, elektronikingenjör, LMGT. Men temperaturgivare används inte bara i de slutliga produkterna, utan också vid de provningar som är en viktig del av både utvecklingsarbete och leveranskontroll. Där finns ett tiotal provrum för olika typer av motortester.

- Gasturbinens fördel är att den är kompakt i förhållande till den effekt den ger, och att få rörliga delar ger låga underhållskostnader. Provningsen är nödvändig för att säkerställa detta, poängterar Mats Esbjörnsson. 

## Nästan fullt

Vårens kurser blev snabbt fullbokade. Som läget är vid denna tidnings utgåva är vårens omgångar av båda kurserna "Mätosäkerhet & kalibrering" och "Spårbar temperaturmätning" fullbokade. Dock återstår ett fåtal platser på den senare vid kurstillfället 5-6 maj.

Däremot finns ännu gott om platser vid höstens kurstillfällen, men det finns ändå anledning att boka tidigt, eftersom det är angeläget för oss att få en uppfattning om behovet. Aktuell information om kursutbud och bokningsläge finner du på vår hemsida, [www.pentronic.se](http://www.pentronic.se).

## Pentronics öppettider

Snart är sommaren här och då förändrar vi våra öppettider, vilket kan vara bra att veta för den som vill ha tag i någon på Pentronic.

Från maj till och med september håller vi växeln öppen 8.00 - 16.00 med undantag för lunchen 12.00-12.45.

# Ansiktslyftning på Internet

Sedan ett par år tillbaka finns Pentronic på internetadressen [www.pentronic.se](http://www.pentronic.se). Under hösten har sidorna successivt gjorts om och byggts ut för att bli än mer ändamålsenliga.

- Vi var ganska tidigt ute med våra internet-sidor och ville se hur de användes innan vi gick vidare. Under åren har inte minst våra kunders användning av sidorna visat oss att det finns anledning att utveckla servicen på Internet, berättar Hans Wenegård.

Det som gjorts under hösten har varit en rejäl ansiktslyftning av sidorna. Den allmänna

företagsinformationen har byggts ut och nu finns också produktöversikter samt teori-avsnitt tillgängliga. StoPextra finns att läsa, och dessutom är det möjligt att tanka ned gamla nummer för den som letar efter någon speciell artikel. Det finns också möjlighet att anmäla sig till Pentronics utbildningar via nätet, och där kan man snart också avläsa bokningsläget för planerade kurser.

- Allt pekar på att vi kommer att presentera hela vårt standardsortiment på nätet, och den del av sortimentet som har artikelnummer kommer man också att kunna beställa där. Den största delen av vår försälj-

ning är dock kundanpassade givare baserade på våra standardiserade komponenter, och där krävs alltid en kontakt med någon av våra produktspecialister för beställning. En sådan kontakt är dessutom viktig för att försäkra sig om att man angriper mätproblemet på rätt sätt med rätt utrustning, betonar Hans Wenegård på Pentronic.

För ett par år sedan gjorde Pentronic en kraftsamling och sammanställde en katalog, Temperaturhandboken, som blivit mycket uppskattad. Både för den rena produktinformationen, men också för ambitionen att förmedla kunskap kring temperatur och temperaturmätning.

Temperaturhandboken ledde även till en uppgång i försäljningen, mycket beroende på att det länge hade saknats ett samordnat beställningsunderlag, men kanske också för att kunder som handlat ur en begränsad del av sortimentet fick upp ögonen för att det fanns andra produktgrupper som kunde vara relevanta för dem.

Med den snabba utvecklingen av elektroniska medier och de smidiga distributionsformer som följer med dem är det givetvis frestande att distribuera Temperaturhandboken i digital form. Men än så länge håller man kvar vid den tryckta formen.

- Ja, vi planerar en revidering och nytryckning på svenska. Redan idag finns en tysk version på CD-ROM och en engelsk är under arbete.

Hans Wenegård efterlyser synpunkter och idéer på hur Pentronics nätplats ska kunna utvecklas, och hoppas på många kommentarer och förslag till [info@pentronic.se](mailto:info@pentronic.se).



Pentronics internetsidor har fått en ansiktslyftning och byggts ut med teoriavsnitt och produktinformation.

Fortsättning från sidan 4.

(och utanför!) toleransgränserna.

Den tråd lindade Pt 100 har en årsstabilitet på ca  $\pm 0,01^\circ\text{C}$  om den inte utsätts för mekanisk påverkan. Under förutsättning att den kalibreras kan driften kontrolleras. Pt 100 rekommenderas inte för temperaturer över  $600^\circ\text{C}$  på grund av att höljet och stommen börjar bli ledande vid denna temperaturnivå.

## Termistorer

För termistorer finns ingen standardisering, utan egenskaperna är fabriksberoende. Principen är att termistorns resistans varierar med temperaturen och resistansförändringarna per grad är ofta betydligt större än för Pt 100-givare. Det finns två typer av termistorer - en med negativ temperaturkoefficient, NTC, där resistansen minskar med stigande temperatur, och en med positiv, PTC, där resistansen stiger med ökad temperatur. Nominellt resistansvärde brukar anges vid  $25^\circ\text{C}$ .

Termistorns fördel är de stora skillnaderna i resistans per grads temperaturförändring vilket gör det lätt att detektera temperaturskillnader samt dess kompakta format. Nackdelen är att den inte är lämpad för att mäta absoluta temperaturer vilket beror på den stora spridningen av egenskaperna vid tillverkningen. De sorteras efter kvalitet och för den som vill ha en noggrannhet som

är jämförbar med en Pt 100-givare blir priset ungefär detsamma. Termistorn är dessutom kraftigt olinjär över temperaturskalan och drabbas även den av egenuppvärmning i storleksordningen 0,1 -  $0,5^\circ\text{C}$ .

## Strålningspyrometrar

Strålningspyrometern är ett instrument för beröringsfri mätning - till skillnad från termoelement, Pt 100-givare och termistorer som kräver kontakt med den kropp som skall mätas. Via optik leds värmestrålningen från en kropp in i pyrometern där den kan mätas med hjälp av termoelement, termistor eller annan värmekänslig detektor.

Det stora problemet när man använder



Grunden för säker mätning är att veta vilken givare som passar för uppgiften.

sig av strålningspyrometri är störningarna i form av reflekterad och transmitterad värmestrålning. Man vet aldrig hur stor del av värmestrålningen från mätobjektet som har sitt ursprung där.

Emissionsfaktorn - 3 - anger andelen egenutstrålad energi. Om all värmestrålning kommer från mätobjektet är  $3 = 1$ , om ingen strålning härrör därifrån, t ex vid mätning på en blankpolerad metall, är 3 nära 0. Dessutom påverkas strålningen av det material som finns mellan strålkälla och detektor.

På ackrediterade kalibreringslaboratorier får man i kontrollerade miljöer i temperaturer till ca  $1000^\circ\text{C}$  räkna med att mätosäkerheten garanterat överstiger  $2^\circ\text{C}$ , vilket motsvarar riksmätplatsens SP:s ackrediterade förmåga. Det hjälper inte hur dyr pyrometer man väljer om inte 3 är känt med tillräcklig noggrannhet.

## Hur väljer man?

När man väljer vilka givare som ska användas för en given mätsituation måste man väga samman de egna kraven på noggrannhet, med givaregenskaper i förhållande till mätsituationens fysiska förutsättningar. Med dessa fakta på bordet är man rustad för ett beslut som ger mätningar med den kvalitet man vill uppnå. I Djungelboken skriver Rudyard Kipling "Pröva noga, o vargar!". Han är inte berömd för sina insikter i temperaturmätning, men hans ord är synnerligen relevanta vid val av givare.

# Besvärlig EMC-diskussion

- I vårt företag tycker många konstruktörer och andra berörda att vi på EI Test Lab är "besvärliga" när vi påpekar att CE-märkningen inte är någon garanti för kvaliteten på de komponenter de använder i våra maskiner. Därför är det bra att ni tar upp problematiken med denna märkning, säger Tomas Persson på Tetra Pak ComTec AB i en av flera läsarreaktioner på förra numrets artikel "Fällor i CE-märkningen". Artikeln i StoPextra 1/99 hade författats av Robert Stensgaard, PR electronics A/S, och tog upp riskerna med att betrakta CE-märkningen som någon slags garanti vad avser EMC (elektromagnetisk kompatibilitet).


Tomas tycker artikeln visar på de problem han själv sett under arbetet med utvärdering av testresultat. Ett typiskt exempel var när han skulle utvärdera en CE-märkt elmotorstyrning, där fabrikanter hade gjort testen på enklast möjliga sätt och startat motorn från en knappsats på styrningen.

- När vi sedan kopplade till kablage mellan styrning och PLC så fungerade det som antenner, och då överskreds definitivt de normer som man enligt märkningen sagt sig uppfylla. Det understryker artikelns slutsats -

man kan inte godta CE-märkningen vad avser EMC om man inte vet hur mätningarna är utförda.

Tetra Pak tillverkar förpackningsmaskiner och för den egna CE-märkningen har man en metodik där alla ingående komponenter EMC-testas individuellt innan slutprovningen i den sammansatta maskinen. Maskinerna kan vara i storleksordningen 15 m långa och 5 m höga, och kan inte tas emot av något testinstitut, utan provningen sker i anslutning till produktionen. Tomas hoppas att diskussionen kommer att fortsätta och öka kunskapen om vad CE-märkningen egentligen står för i dessa sammanhang.

- Förhoppningsvis kommer det att leda till fler konstruktörer och inköpare kommer att begära testresultat innan de bestämmer sig för att använda en ny komponent eller apparat.

- Ytterligare en problematik, som man kanske inte tänker på i första hand, är följande: man kan ha många ingående komponenter som var och en för sig uppfyller EMC-kraven, men där den sammansatta helheten inte gör det. Det har vi stött på många gånger, slutar Tomas Persson. 

## Se upp för drivande givare

När referensgivare av typ Pt 100 kommer in till labbet händer det allt som oftast att man kan konstatera att givaren drivit iväg påtagligt sedan föregående kalibrering. För givare som används i temperaturer över 200 grader är detta inte ovanligt.

- Det första som händer när vi får in en Pt 100 är att vi kontrollerar den i fixpunkten gallium för att konstatera eventuell avdrift sedan senast, det är helt enkelt vår ankomstkontroll. I de fall vi bedömer driften som onormal kontakter vi alltid kunden innan själva kalibreringen påbörjas, berättar Fredrik Arrhén.

Men även om höga temperaturer kan vara förklaringen bör man fundera lite till. Pt 100-givare för referensbruk kan förefalla robusta, men i själva verket ska de behandlas som om de vore av sprött glas, för att inte skadas.

- Det kan räcka med att man tappar givaren några decimeter ner i handflatan för att den ska skadas, och tappar man den i golvet är det definitivt läge för en mycket noggrann kontroll, understryker Fredrik.

Om en givare visar avvikelser gentemot tidigare kalibreringar kan det framför allt bero på en av dessa tre orsaker:

- givaren har skadats i den egna verksamheten
- givaren har skadats av användning, t ex i höga temperaturer
- givaren har skadats vid transporten till eller ifrån kalibreringslaboratoriet

Mot den här bakgrunden finns det an-


ledning att lägga upp en rutin för dokumenterade egenkontroller. Det tar lite tid, men är i gengäld en försäkring mot att referensdrivaren - och

därmed andra till den relaterade mätvärden - driver iväg. Preparera en ishink vid nästa tillfälle då givaren ska iväg på eller kommer tillbaka från kalibrering. Stick ned givaren långt ned i badet och avläs temperaturen. Rätt preparerat ger denna metod en referenstemperatur på 0°C, väl inom  $\pm 0,01^\circ\text{C}$ .

Det spelar ingen roll om instrumentet inte visar exakt 0°C. Det viktiga är att fastställa ett startvärde. Anteckna detta.

Upprepa kontrollen regelbundet så får du grepp om långtidsstabiliteten hos din mätutrustning. Före en känslig mätning eller inför och efter transporter kan du göra en extra kontroll.

Vid egenkontrollen ska mätaren visa samma temperatur som första gången med en marginal på lågt säga  $\pm 0,2^\circ\text{C}$  (beroende på instrumenttyp). Om värdet avviker mer än så, får man ta ställning till om mätaren ska tas ur drift och skickas in för kontroll och eventuell omkalibrering.

- Visst tar det tid att lägga upp ett egenkontrollprogram, men jag tror nog de flesta anser att det är värt besväret. Ytterst måste man väga ansträngningen mot vad det kostar att mäta fel, säger Fredrik Arrhén. 

Rapport från labbet



0076 • EN 45001

## PRODUKT-NYTT

### Samlingskatalog för flödesmätare



Tyska K E M

Küppers Elektromechnik

har givit ut en samlingskatalog över sina flödesmätare. Katalogen är intressant för alla som har behov av att mäta flöden av vätskor och gaser. Küppers är världsledande tillverkare av instrument för mätning av flöde med kugghjulflödesmätare, skruvflödesmätare, turbinflödesmätare och vortexmätare på programmet.

Samlingskatalogen kan beställas från Pentronic.

### Burger Probe mäter maten



Givare för mätning vid matlagning.

Nu finns en serie temperaturgivare för handhållna indikatorer anpassade för mätning i gatuköks- och restaurangmiljö. Givarna är producerade av engelska ETI och är tänkta för mätning i t ex hamburgare eller stekt kött, mätning på stekbord och i milkshake. Givaren som tillverkaren kallar "Burger Probe" har till exempel ett anhåll som gör att man alltid mäter på samma djup räknat från burgarens eller köttets yta, och på motsvarande sätt är övriga givare i serien anpassade till sina respektive uppgifter. Produktblad finns att rekvidera för den som är intresserad av att mäta mat.



# Temperaturmätning för nybörjare (1)

## Val av temperaturgivare

Hur väljer man temperaturgivare? Vilken temperaturgivare är bäst lämpad för att lösa den uppgift som jag står inför? Dessa frågor återkommer varje dag i våra kundkontakter, och vi får också förfrågningar om att ta upp dessa frågor i StoPextra. Elementärt, kan någon tycka, men långt ifrån alla våra läsare har haft möjlighet eller anledning att följa den utdragna kurs som tekniksidorerna i denna tidning faktiskt utgör. Pentronic saluför givare av alla de typer som förekommer i denna artikel och har ingen anledning att framhålla någon framför någon annan. Det är kundens behov, givarens egenskaper och mätsituationen som avgör valet.

### Typer och mätområden

De temperaturgivare som främst är intressanta för industriellt bruk är termoelement, resistanstermometrar, termistorer och strålningspyrometrar. De två förstnämnda har fördelen av att i de flesta fall vara standardiserade och därmed utbytbara - om vi ersätter en givare med en annan med samma specifikationer kan vi förvänta oss en närmast identisk utsignal.

|                      |          |         |
|----------------------|----------|---------|
| Termoelement         | -200°C - | +2200°C |
| Pt 100               | -200°C - | +600°C  |
| Termistorer          | -200°C - | +600°C  |
| Strålningspyrometrar | -50°C -  | +3000°C |

### Termoelement

Termoelementet mäter temperaturskillnaden mellan spetsen (mätpunkten) och anslutningspunkten (referensstället). Om man använder skarvkablage mellan mätspets och anslutningspunkt kan kablaget påverka mätningen om det utsätts för temperaturskillnader.

Termoelementet är oömt och innehåller normalt inga lösa delar. Det förekommer i form av

- termoelementtråd
- mantelmaterial där trådarna ligger åtskilda och isolerade av hårt packad magnesiumoxid med ett hölje av stål. Påminner närmast om

ståltråd och finns i dimensioner med en diameter på mellan 0,5 och 10 mm.

- grova trådar instuckna i keramiska kutsar, s k utbyteselement

Utsignalen beror av materialet i trådarna som måste vara homogent för att signalen ska vara tillförlitlig. En annan felkälla är att trådar som ligger öppet exponerade kan reagera med omgivningen och därmed få förändrade egenskaper, vilket givetvis påverkar mätningen. Känsligheten är omkring 40  $\mu\text{V}$  per  $^{\circ}\text{C}$  vilket även kallas seebeckkoefficient. Den varierar olinjärt över temperaturskalan för de flesta termoelement. Det finns ett flertal typer av termoelement med bokstavsbezeichnung som B, J, K, N, S och



Att mäta temperatur är ett precisionsarbete som förutsätter noggrannhet också vid tillverkningen av temperaturgivarna.

T, där typ K och N numera är de vanligast förekommande under 1000 $^{\circ}\text{C}$ .

Under 200 $^{\circ}\text{C}$  mäter termoelementet med en noggrannhet bättre än ca  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ , men över 200 $^{\circ}\text{C}$  kommer det in felkällor som t ex Short Range Ordering, SRO, som kan ge mätfel på 3-5 $^{\circ}\text{C}$  hos typ K. Vid temperaturer kring 1000 $^{\circ}\text{C}$  kan man få stora fel efter relativt kort drifttid. Kalibreras termoelementet i temperaturer under 200 $^{\circ}\text{C}$  kan man uppnå noggrannheter på  $\pm 0,1 - 0,2^{\circ}\text{C}$ .

### Pt 100

Pt 100 är en resistanstermometer där man utnyttjar det faktum att metaller ändrar resistans med temperaturen. Pt 100 står för att resistansen är av platina och att den genererar 100  $\Omega$  vid 0 $^{\circ}\text{C}$ . Valet av platina beror på att det är den metall som uppvisar den största lagbundenheten och har de mest förutsägbara elektriska egenskaperna. Pt 100-givarens resistans vid 100 $^{\circ}\text{C}$  är 138,5  $\Omega$ , vilket innebär att resistansförändringen per grad är 0,385  $\Omega$ , ett värde som ibland kallas alfa-värde.

En avgörande skillnad mot termoelementet är att Pt 100 behöver en excitationström, normalt ca 0,25-1 mA. Denna matning krävs för att man ska kunna mäta motståndet över kretsen. En nackdel är att strömmen bidrar till att värma upp givaren, s k egenuppvärmning, vilket kan ge mätfel på  $\pm 0,01 - 0,1^{\circ}\text{C}$ .

Det finns åtminstone tre typer av konstruktioner för Pt 100 mätelelement:

- med delvis fritt upphängd platinatråd som ger den största noggrannheten
- bobinlindade varianter där tråden säkrats mot stommen för bättre tålighet mot vibrationer. Nackdelen är ett fenomen kallat hystereseffekt, där bobinens och trådens olika utvidningskoefficienter leder till trådtöjning vilket förändrar termometerns egenskaper och ger därmed mätfel
- Filmmotstånd där platinamassa fästs vid ett substrat. Med laser skär man ut ett mönster i platinaskiktet, ett mönster som motsvarar platinatråden i de tidigare exemplen. Dessa mätelelement är lätta att fästa på ytor, men drabbas även de av hystereseffekt med åtföljande mätfel.

Pt 100-givaren är i det närmaste linjär mellan 0 $^{\circ}\text{C}$  och 150 $^{\circ}\text{C}$  inom  $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$ . Jämfört med ett termoelement av liknande dimension ger Pt 100-givare längre svarstider, men kan ha en noggrannhet på  $\pm 0,15^{\circ}\text{C}$  eller bättre vid 0 $^{\circ}\text{C}$ . Osäkerheten ökar med temperaturen till samma nivåer som för termoelementet, men Pt 100-givarna är mer förutsägbara i sina avvikelser än termoelementen som kan variera godtyckligt inom

Fortsättning på sidan 2

### Mer information!

Fyll i, klipp ut och posta kupongen till Pentronic, 590 93 Gunnebo.  
Telefax 0490-237 66, telefon 0490-670 00, e-post info@pentronic.se

#### Kursen "Spårbar temperaturmätning"

- 14-15 april 1999 (Full)
- 5-6 maj 1999 (Få platser kvar)
- 29-30 september 1999

#### Kursen "Mätosäkerhet & kalibrering"

- 13-14 oktober 1999 (Anmälan)

- Pentronics kursprogram 1999

#### Jag vill ha mer information om:

- Küppers flödesmätare (katalog)
- Burger Probe
- Transmittar (PRelectronics)

#### Jag vill ha:

- Temperaturhandboken (Katalog)
- Samling av teknikartiklar ur StoPextra 1990-96.  
Senare artiklar, se vår hemsida [www.pentronic.se](http://www.pentronic.se)
- Gratis prenumeration StoPextra

Namn.....

Företag.....

Adress.....

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

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