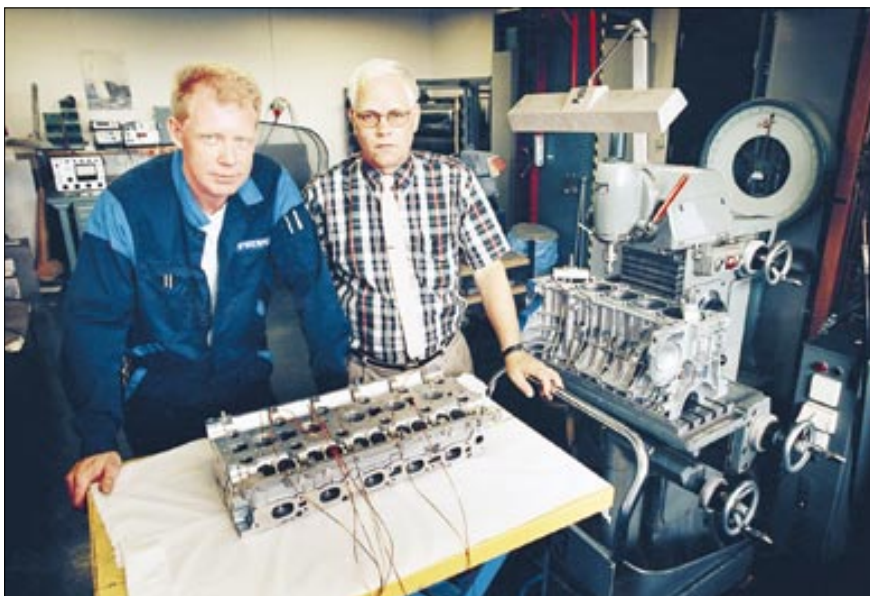


Temperaturmätning blir viktigare i utvecklingsarbete



Effektivare förbränning ger högre temperaturer, vilket leder till att kraven på mätningarna förändras, konstaterar Robert Olsson och Sven-Inge Franzon.

- Temperaturmätningar har hamnat alltmer i fokus i vår provningsverksamhet, och jag är helt övertygad om att den trenden kommer att fortsätta, berättar Sven-Inge Franzon, ansvarig för temperaturmätning på avdelningen Mätteknik inom sektionen Anläggningar och utrustningar vid Volvo Personvagnar. Sektionen ingår i Volvo Personvagnars område "Utveckling, Produkt och Process" som har ansvar för utveckling av både bilar och produktionsanläggningar.

Anläggningar och utrustningar är en stödresurs för konstruktions- och provningsavdelningarna, man ska helt enkelt se till att de fysiska resurser som behövs för att utveckla och verifiera provningar av nya bilmodeller finns tillgängliga. Det innebär att man supportar en omfattande provningsverksamhet både i riggar och vid mobila mätningar för att så hög tillgänglighet och kvalitet som möjligt ska uppnås. Denna service sysselsätter nära 50 personer.

15 provrum

Motorprovningen disponerar ca 15 provrum för långtidsprovning av motorer. Körtiden kan variera mellan 200 och 1000 timmar. Motorerna som provas går efter olika körcykler och det som mäts är bland annat

tryck och temperatur som två viktiga parametrar. Provningsarna löper dygnet runt, året om.

Utöver detta finns ett drygt tiotal provningsrum för kortare projekt, så kallade funktionsprovrum som används då man vill specialstudera hur en viss komponent uppträder i ett givet sammanhang.

Förutom verksamheten i provrummen finns dessutom hundratals bilar i provdrift, försedda med mängder av mätutrustning.

- Vi använder alla insamlingssystem för mätdata som finns - allt från tillfälliga avläsningar till avancerade logger-system, berättar Sven-Inge Franzon.

Kvalitet på mätdata

I all produktutveckling blir kvalitet på mätdata allt viktigare. Ju säkrare varje steg i utvecklingsprocessen är dokumenterat, desto mindre blir risken för blindskär som gör att man måste ta ett steg tillbaka och kanske förlora tid. Och naturligtvis måste man ha en metodik för att säkerställa att man verkligen mäter det man vill mäta.

- Vi lägger stor vikt vid att mäta på samma sätt över tiden så att vi får den jämförbarhet som krävs för att kunna dra slutsatser utifrån ett så stort material som möjligt. Det ställer höga krav på hur temperaturgivarna monteras, berättar Robert Olsson, som koordinerar för

termoelementanvändningen i samband med provningarna som utförs vid Volvo Personvagnar. Han har också ansvar för leverantörskontakter och beställningar av både standard- och specialgivare.

- Vårt samarbete med Pentronic går tillbaka till 70-talet och baseras på deras väl dokumenterade kvalitet och deras möjligheter att åstadkomma specialkonstruktioner som är exakt anpassade till våra speciella mätbehov, säger han.

Allt temperaturmätningar blivit allt viktigare i utvecklingen av nya bilar hänger intimt samman med jakten på renare avgaser och lägre bensinförbrukning. Effektivare förbränning ger högre temperaturer i avgassystemet, vilket leder till att kraven på mätningarna förändras.

Byte från typ K till N

- Vi har utvecklingsprojekt på högtemperaturmätningar där vi i första hand är ute efter att utvärdera olika metoder och bedöma i vilken mån de kan vara intressanta för oss. Vi överväger att byta från termoelement typ K, som är vår standard idag, till typ N, som är noggrannare i temperaturområdet kring 1000 °C, berättar Sven-Inge Franzon.

Temperaturmätningarna handlar dock inte bara om mätningar i motorrummet. För olja, kylvatten och mycket annat finns i den färdiga bilens givare som ger larm till föraren via instrumentpanelen. Men i ett avseende är föraren sin egen detektor.

- Genombrottet för klimatanläggningar har lett till mängder av provningar av just klimatet i kupén. Vi vet att människan definitivt reagerar på en temperaturförändring på 1°C i den inblåsta luften, så den typen av mätningar är väl så viktiga, betonar han.

Volvos samarbete med Pentronic har genom åren inte varit begränsat till givarleveranser, utan har också handlat om utbildningsinsatser.

- Det är handplockade mekaniker som arbetar i provningens verkstäder och för oss har det varit viktigt att det finns en bred förståelse för de krav som ställs för att vi ska få mätningar med god kvalitet. Därför har vi kontinuerligt satsat på utbildning inom detta område - både bredare och mer spetsinriktade, slutar Sven-Inge Franzon. □

Kursprogrammet

Med detta nummer av StopExtra får du Pentronics kursprogram för ett år framöver. Tänk på att anmäla dig i god tid - det är stor åtgång på platserna.

Ökad koncentration bland temperaturmätare

Det händer saker i temperaturbranschen. De senaste åren har flera strukturaffärer genomförts, både i Sverige och på europeisk nivå. Tendensen tycks entydig - en koncentration till färre tillverkare av temperaturmätutrustningar.

- Det är flera orsaker bakom den utvecklingen. Ökande kvalitetskrav, krav på certifieringar och dokumentation gör att många små har slagits ut. Den relativa ansträngningen att nå upp till alla de krav som stora kunder har blir för stor om man har små volymer, vilket gör att sammanslagningar ibland tvingas fram av rena överlevnads-skäl, säger Lars Persson, VD för Pentronic.

- Dessutom finns som i alla andra bran-

scher en orientering mot de företag som är ledare, helt enkelt för att stora kunder har en benägenhet att söka sig till de mest resursstarka leverantörerna.

Pentronic kan se tillbaka på ett decennium med stadigt ökande omsättning och god lönsamhet. Vid ingången av 90-talet fanns en handfull jämnstora leverantörer av temperaturgivare. Under åren som gått har Pentronic gått från att vara en av dem till att bli störst i Norden och en av de stora i Europa. Under 90-talet har den egna tillverkningen flerfaldigats.

Unik kombination

Det senaste året har Lars Persson besökt en lång rad temperaturföretag både i och



- Vi är ensamma om att ha kombinationen av ackrediterad mätplats i huset, egen avancerad svarvkapacitet, utvecklingskapacitet och utbildningsverksamhet, säger Pentronics VD Lars Persson.

utanför Europa. Granskningen av konkurrenter och potentiella allierade har givit honom perspektiv på Pentronics framgångsfaktorer.

- Vi är ensamma om att ha kombinationen av ackrediterad mätplats i huset, egen avancerad svarvkapacitet, utvecklingskapacitet och utbildningsverksamhet. Många har någon eller några av dessa hörnstenar, men jag har ännu inte besökt något temperaturföretag som har hela bredden.

Kunskapsmotor

Det ackrediterade laboratoriet var en satsning som drevs igenom av Pentronics grundare, Torsten Lindholm, utifrån en stark övertygelse om att det skulle kunna spela en viktig roll som kunskapsmotor i företaget. Och hans förväntningar har inte kommit på skam. Det framgår av det faktum att Pentronic utför flest kalibreringsuppdrag i Sverige inom området industriell temperaturmätning.

- Det ger oss en oerhörd erfarenhet av hur temperaturgivare uppför sig, kunskap som vi kan omsätta i lösningar som gör att våra kunder tjänar mer pengar i sina industriella processer, understryker Lars Persson.

Försommarens SPCI var en tillställning där skogsindustrins leverantörer visade upp sitt kunnande och sina produkter. Pentronic deltog som en del av Fagerbergsgruppen och Lars Persson plockade upp intressanta tendenser.

Fältet öppet

- Ur vår synvinkel blir det alltmer tydligt att de stora automationsföretagen inte agerar inom området temperatursystem. Man lämnar fältet öppet för specialister, om det inte rör sig om oerhört enkla tillämpningar.

- Kanske är det naturligt eftersom temperatur är ett mycket begränsat område som kräver djup kunskap. Vi ser också automationsföretagens ställningstagande som ett erkännande av den kunskap som finns i de företag som valt att specialisera sig på temperatur, slutar Lars Persson som spår att strukturaffärerna i branschen ingalunda är slut.



I temperaturbranschen har utvecklingen gått mot färre och större aktörer. Det senaste decenniet har inneburit stadigt ökande omsättning och god lönsamhet för Pentronic.

Telestopp en hel dag

I slutet av maj hände det som inte får hända. Under nästan en hel dag var det omöjligt att ringa till Pentronic. I samband med att Telia gjorde en omläggning av det lokala AXE-systemet kopplades samtalen till en AXE-station där Pentronics telefonnummerserie inte fanns registrerad.

- Resultatet blev att alla som ringde fick ett besked om att det saknades abonnent på vårt telefonnummer. Dessbättre var det få kunder som trodde att vi hade försvunnit, utan istället fick vi fax som uppmärksammade oss på problemet, berättar Per Wilén som för Pentronics räkning försökt kartlägga vad som hände för att förhindra upprepningar.

När faxarna började strömma in - och de kunde strömma in eftersom faxen ligger ut-

anför växeln - så började man omedelbart felsökningen. Till en början trodde man att felet låg i växeln, men det dröjde inte länge förrän man kunde konstatera att felet låg någonstans i telenätet. I efterhand visade det sig att Pentronic inte var det enda företag som drabbats. En lokal bank var också utan inkommande telefonsamtal under större delen av dagen.

- Visst händer det att man känner sig lite stressad när telefonsamtalen duggar tätt, men jag kan försäkra att det är inget mot den irritation som uppstår när man är helt avskuren från yttervärlden. Det här är sådant som egentligen inte får hända, men skulle det inträffa igen så är vi tacksamma för ett fax, slutar Per Wilén.

PRODUKT-NYTT

Loopindikator för lokal indikering

När man behöver lokal temperaturindikering trots att signalen leds vidare är en loopindikator lösningen. Indikatorn monteras direkt på kopplingshuvudet och drivs av 4 - 20 mA-signalen från mätvärdesomvandlaren.



Lätt och smidig blockkalibrator

Isotechs nya blockkalibrator väger endast 1,5 kg och är enkel och smidig att ta med sig - utmärkt för den som har behov av rörlighet. Kalibratoren finns i två utföranden med temperaturområde -15°C - +140°C eller +30°C - +350°C.

Smidig IR-pyrometer

Convir EL är en enkel IR-pyrometer lämplig för processövervakning. Det nätta formatet gör den lämplig att mäta beröringsfritt på ställen som annars kan vara svåra att komma åt. Den finns i två utföranden som båda har mätområdet 0 - 250°C. Det som skiljer dem åt är mätytorna.



Dags för en ny temperaturskala

Det kommer en ny temperaturskala, en ersättare till ITS 90, inom den närmaste tioårsperioden. Det är en av slutsatserna man kan dra av diskussioner och redovisningar på Tempmeko 99, som hölls i Delft, Holland, på försommaren.

Tempmeko är en av de stora konferenserna på temperaturområdet och arrangeras av IMEKO:s temperaturavdelning. IMEKO är en internationell mätkonfederation som har till uppgift att främja erfarenhetsutbyte mellan nationella laboratorier, forskningsinstitutioner och industri och konferensen innehåller ett stort antal föreläsningar och presentationer.

- Det är synd att inte svensk industri tar chansen att öka sitt kunnande och även påverka forskningsinsatserna på detta område, säger Fredrik Arrhén, ansvarig för Pentronics laboratorium, som var ensam svensk på konferensen.

Bland det mest intressanta med årets konferens var att den innehöll klara förbud om en ny temperaturskala att ersätta ITS 90.

- Man har upptäckt att ITS 90 har mycket stora brister redan vid rumstemperatur - upp till 5 mK. I temperaturområdet kring -150° ökar osäkerheten med faktor 10, och det är ju inte bra, berättar Fredrik efter att ha besökt seminarier där man redovisade tankar över hur den nya temperaturskalan ska vara definierad och hur den ska kunna verifieras.

Den lekmanmässiga invändningen att det kanske inte spelar så stor roll om man mäter fel, om alla i hela världen mäter fel på ett likformigt sätt, avfärdar han utan att tveka.

- Man kan nog lugnt förutsätta att ett sådant "idealtillstånd" aldrig kommer att uppstå. En mängd redovisningar som gjordes

vid konferensen visade på att även bland dem som försöker mäta rätt finns stora variationer.

- Noggrannare definitioner och bättre metoder för att verifiera dem är den enda vägen att gå om man i slutänden vill få en bättre mätkvalitet.

Pyrometerkalibrering

En annan intressant punkt vid seminariet var presentationer av nya metoder och utrustning för pyrometerkalibrering, ett område där det känns särskilt angeläget att försöka pressa mätosäkerheterna.

- Idag har t ex SP som nationell mätplats en mätosäkerhet på $\pm 2^\circ\text{C}$, medan de nya metoderna och utrustningarna gör det möjligt att prata om tiondelar, säger han.

Blockkalibrаторer

Ytterligare intressanta diskussioner kom att handla om industriella kalibrаторer och deras tillförlitlighet. Mindre och mindre modeller kommer ut på marknaden, men storleken kan i sig vara en fallgrop.

- Alla blockkalibrаторer har fundamentala problem, de kan bemästras, men problemen ökar ju mindre kalibrаторen är, betonar Fredrik, som lovar att komma tillbaka i ämnet senare.

Fältverksamhet

Slutligen kan noteras att laboratoriet sökt ackreditering för fältverksamhet, ett bevis för att uppdrag som utförs utanför laboratoriets väggar står under samma tillsyn och övervakning som den övriga verksamheten, vilket är en trygghet för kunderna.



0076 • EN 45001

Prisvärda fixpunktsceller

Nu finns fixpunktsceller till Isotechs blockkalibrаторer Venus och Calisto till avsevärt lägre pris än motsvarande cell i standardformat. Lämpliga för användning på kemilab, läkemedelsindustri eller överhuvudtaget där man söker högre noggrannhet än vad blockkalibrатор och vätskebad kan ge.

Följande fixpunktsceller finns:

Trippelpunkten, H ₂ O	0,01°C
Gallium	29,7646°C
Indium	156,5985°C



Handindikatorer

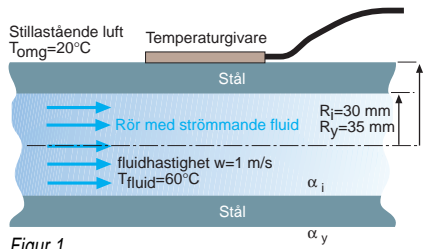
Nu finns både Pronto och MicroTherma 2, handindikatorer för termoelement, tillgängliga. Se vidare i datablad som distribueras med detta nummer av StoPextra.

Uppskatta mätfelet

Konvektiv värmeöverföring (4)

Temperaturen hos det strömmande innehållet i ett rör måste ibland bestämmas med en temperaturgivare på rörets utsida. Metoden är enkel, men den kan tyvärr i vissa fall ge mycket stora mätfel. Värmeövergången på rörets in- och utsida är av stor betydelse för mätfelets storlek och vi kommer därför att se lite närmare på inverkan av fluidtyp och fluidhastighet.

Vi studerar samma rör (figur 1) som i den förra artikeln (StoPextra 3/99). Fluiden inuti röret kommer i vårt fall att vara vatten eller luft. Temperaturen på rörets utsida kan bestämmas ur det samband som man erhåller genom att kombinera ekvationerna (1) och (2) i den förra artikeln. I sambandet ingår bland annat värmeövergångskoefficienterna på rörets in- och utsida, α_i respektive α_y .



Figur 1 Mätfelets storlek

I figur 2 visas mätfelets storlek för olika vattenhastigheter i röret. I samma figur visas även hur α_i varierar med hastigheten. På rörets utsida råder egenkonvektion med $\alpha_y = 6.4 \text{ W/m}^2\text{°C}$. Inverkan av strålningen på rörets utsida har försumrats. I Figur 3 visas motsvarande samband för luft. I detta fall blir mätfelet orimligt stort.

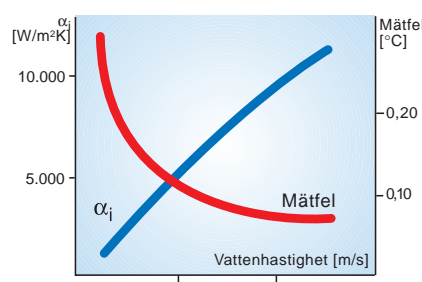
Påtvingad konvektion inuti
 För att beräkna värmeövergångskoefficienten α_i mellan fluiden i röret och rörväggen kan man för påtvingad konvektion och turbulent strömning använda följande samband

$$Nu = \alpha_i 2R_i / \lambda = 0.027 Re^{0.8} Pr^{0.33} ; Re > Re_{kr} \quad (1)$$

$$Re = w 2R_i \rho / \mu \quad Pr = \mu c_p / \lambda \quad (2)$$

Re_{kr} är det kritiska Reynolds tal, som kan användas för att avgöra om strömningen är laminär ($Re < Re_{kr}$) eller turbulent ($Re > Re_{kr}$). Vid strömning inuti rör med cirkulärt tvärsnitt ligger Re_{kr} inom intervallet $2000 < Re_{kr} < 30\,000$. I brist på bättre kan man använda $Re_{kr} \approx 2300$ som en "tumregel". För de sällsynta mättekniska tillämpningar, där strömningen inuti röret är laminär, kan uttryck för Nu hämtas i litteraturen.

För röret i figur 1 och vattnets medelhastighet 1 m/s finner man $Re = 1,26 \cdot 10^5 > 2300$, $Nu = 466$ därmed är $\alpha_i = 5120 \text{ W/m}^2\text{°C}$. Inverkan av vattenhastigheten framgår av figur 2. Vad som händer om vattnet inuti röret byts mot luft visas i figur 3. Vid 1 m/s blir $\alpha_i = 7.1 \text{ W/m}^2\text{°C}$.



Figur 2: Den höga värmeövergångskoefficienten (α_i) mellan vatten och rör gör det möjligt att mäta vatten-temperaturen utanpå röret med ett rimligt mätfel...

Naturlig konvektion utanpå
 För att beräkna värmeövergångskoefficienten mellan röret och den stillastående omgivande fluiden kan man för naturlig konvektion använda följande samband

$$Nu = \alpha 2R_y / \lambda = 0.43 (Gr Pr)^{0.25} ; Gr Pr \leq 10^9 \quad (3)$$

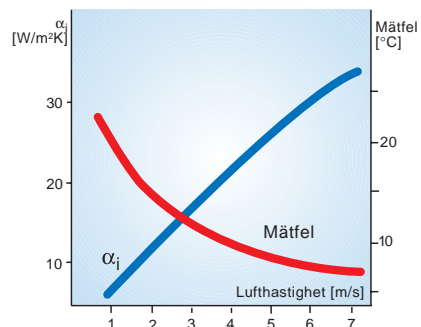
$$Gr = g \beta (T_{rör,y} - T_{omg}) (2R_y)^3 \rho^2 / \mu^2 \quad (4)$$

För gaser kan man utnyttja $\beta = 1/T_{omg}$ där T_{omg} är omgivningstemperaturen [K].

För exemplet i figur 1 och $\beta = 1/293$ finner man $Gr = 1,55 \cdot 10^6$, $Nu = 14,0$ och därmed $\alpha_y = 6,4 \text{ W/m}^2\text{°C}$.

Har du synpunkter eller frågor om Dan Loyds artikelserie kan du nå honom på e-post: danlo@ikp.liu.se

I nästa artikel kommer vi att diskutera strålningens inverkan på temperaturmätning.



Figur 3: ...medan motsvarande mätning av luft strömmande i samma rör ger ett hundrafalt större mätfel på grund av den mycket lägre värmeövergångskoefficienten (α_i).

Parametersammanställning

Benämning	Sort	Beteckning	Vatten (60°C)	Luft (40°C)
Värmeledningskoefficient	W/m°C	λ (lambda)	0,659	0,0267
Densitet	kg/m³	ρ (ro)	983	1,11
Dynamisk viskositet	kg/m s	μ (my)	$469 \cdot 10^{-6}$	$19,1 \cdot 10^{-6}$
Spec. värmekapacitet	Ws/kg °C	c_p	4180	1010
Prandtl's tal	—	Pr	2,99	0,72

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"
- 29-30 september 1999 (Full)
 - 20-21 oktober 1999 (Anmälan)
- Kursen "Mätosäkerhet & kalibrering"
- 12-14 oktober 1999 (Full)
 - 21-23 mars 2000 (Anmälan)

Jag vill ha mer information om:

- Loopindikator
- Liten blockkalibrator
- IR-pyrometer
- Fixpunktsceller
- Handindikatorer

Jag vill ha:

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

Namn.....

Företag.....

Adress.....

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

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