

# STOP EXTRA

PENTRONIC

Pentronic AB, 590 93 Gunnebo, telefon 0490-25 85 00, fax 0490-237 66, internet www.pentronic.se, e-post info@pentronic.se

Det är få företag som håller så hög säkerhets- och kvalitetsnivå som ett kärnkraftverk.

– En av riskfaktorerna är att människor kan missuppfatta varandra, säger Torgny Bertsson, underhållsingenjör vid block 3 och 4 på Ringhals.

Ringhalsgruppens organisation innefattar sedan en tid även Barsebäck. Företagsgruppen har över 1 500 anställda fördelade på ett 60-tal yrkesgrupper. En av dem är instrumentarna, vilka är ett 100-tal. Men trots att det handlar om en homogen och välutbildad grupp, kan det tekniska språkbuket skapa frågor.

– En av våra åtgärder är att skicka personalen på samma kurser, berättar Torgny.

Pentronics utbildning "Spårbar Temperaturmätning" finns bland dem. Men skälet till att Ringhals regelbundet skickar personal till Pentronic är inte enbart att tillföra organisationen nya kunskaper.

– Vi måste lära oss att tala samma språk inom temperaturmätning, säger han.

## Kraft av temperaturskillnad

Ett gemensamt språk är mer än säkerhet. Särskilt nu när de svenska kärnkraftverken moderniseras. På Ringhals pågår flera projekt som syftar till att öka tillgängligheten och elproduktionen. Här spelar temperaturmätningen en nyckelroll.

– Vår produkt bygger på en temperaturskillnad som omvandlas till el. Därför gäller det att vi har kunskapen att göra korrekta mätningar, förklarar Torgny.

Ingenjörskollegan Christian Axelsson nickar instämmande. Intervjun sker bara några meter från reaktortanken i block 3. Christian sitter i hjärtat av säkerhetssystemet och kontrollerar mätvärdesomvandlingarna för temperaturgivarna i reaktorns primärkrets. Kontrollerna görs med en programvara utvecklad på Ringhals med åtskilliga smarta funktioner som hjälper till att förhindra mänskliga misstag.



Tre av Ringhalsreaktorerna skiljer sig från övriga i Sverige, både vad gäller utseende och arbetssätt.

## Språk och utrustning lika viktiga för säkerheten på Ringhals



Christian Axelsson och Torgny Bertsson optimerar mätsystemets prestanda för att öka produktionen med bibehållen säkerhet. De arbetar bara några meter från reaktortanken i block 3.

### Mätning för produktion

I primärkretsen sitter 24 specialtillverkade platinaresistansgivare. Var och en betraktas som en individ ända från tillverkningen. De är optimerade för maximala prestanda i temperaturområdet 270 - 360 °C. Mätosäkerheten för alla givare med kablage och omvandlare ska ligga inom  $\pm 0,5$  °C. Den som gått Pentronics utbildning vet att så snäva marginaler ställer höga krav på utrustning och personal.

Det är inte bara säkerheten som motiverar den låga mätosäkerheten. Noggrann mätning är ett villkor för att reaktor över huvud taget ska leverera värme och i slutändan el.

– Kärnreaktionen måste hållas igång, annars självstannar den. Om vi skulle göra ett fel förlorar vi produktion, inte säkerhet, när reaktor går i felsäkert läge, förklarar Christian.


Det finns andra temperaturgivare som är viktiga för säkerheten. Det är givarna som används för läckagekontroll och som bevakar säkerhetsventiler. Om varmt vatten börjar läcka ur primärkretsen, registrerar dessa givare omedelbart en temperaturförändring.

Överallt används multipla mätsystem.

### Störst i Sverige

Villkoret för drift är att alla givare lämnar samma värde. En felande givare är i första hand inte en säkerhetsrisk, utan en produktionsstörning. Störningar i produktionen orsakar i sin tur stora kostnader.

Ringhals är Sveriges största elfabrik och producerade under november 2004 mer än en femtedel av all el i Sverige. Bara det tredje blocket på Ringhals, där Christian och Torgny arbetar med att kontrollera och fintrimma temperaturmätningen, producerar som en hel norrlandsälv, 922 MW.

För att hela den effekten ska omvandlas till el, varje timme dygnet runt, så krävs det att alla pratar samma språk. 

## Kurser 2005

Kursbroschyren för läsåret 2005 bifogas denna StoPextra. Kursen *Spårbar temperaturmätning 2* har nu, efter fem gånger, fått sin form. Den är en ren fördjupning av kurs 1 och har inget gemensamt med tidigare specialkurser från labbet utom en dags vistelse där.



Pentronics försäljning av temperaturgivare ökade med fem procent under 2004. I global konkurrens är det kunskapen om temperaturmätning som faller avgörandet.

## Pentronic satsar på kompetens och fler fixpunkter under 2005

**Pentronic ökade försäljningen av temperaturgivare med fem procent under 2004. Trots ökande global konkurrens, tack vare internationellt framgångsrika kunder.**

– Vi måste ligga på topp för att klara konkurrensen, konstaterar Pentronics vd Lars Persson.

Marknaden har förändrats i grunden på senare år. För tio år sedan fanns flera tillverkare av industriella temperaturgivare i Sverige. Idag är det bara Pentronic som producerar större volymer i landet.

– Våra stora kunder är framgångsrika exportföretag som är hårt konkurrensutsatta på den globala marknaden, konstaterar Lars. För Pentronic gäller det att hjälpa till med lösningar som är på topp vad gäller mätteknik och produktion.

Med temperaturgivare som är optimerade för uppgiften går det exempelvis att sänka energiförbrukning, höja utbytet av en process, minska utsläpp och öka tillgängligheten. Vägen dit går via mätteknisk kompetens och flexibel produktion.

### Kunskapen skiljer

– Vi använder liknande tillverkningsmetoder som andra tillverkare i Europa, men arbetar med modernare NC-svarvar och lasersvetsar. Pentronics säljare är duktigare på att anpassa produkterna efter kundernas behov, säger Lars och fortsätter:

– Det är mycket viktigt att säljaren förstår kundens process för att vi ska kunna konstruera den optimala givaren. Mättekniskt kunnande och mekanisk konstruktionsförmåga är nyckelparametrar som gör att vi kan ta fram givare för kunder inom olika områden, från gasturbiner till medicinsk teknologi.

Det finns få givartillverkare i världen som förfogar över motsvarande resurser som Pentronics ackrediterade kalibreringslaboratorium. Visst är en och annan ackrediterad, men inom snävare temperaturområden och med sämre mätosäkerhet.

– Vi fortsätter att satsa på laboratoriet under 2005 för att behålla vårt försprång, deklarerar Lars.

Det går inte att kalibrera bättre än med

fixpunkter, själva definitionen av temperaturskalan. Idag sträcker sig laboratoriets fixpunkter från  $-38,8344\text{ °C}$  (kvicksilver) till  $660,323\text{ °C}$  (aluminium).

### Hetare fixpunkter

Det finns ett växande behov av noggrann mätning med termoelement i högre temperaturer, främst på stålverk och vid värmebehandling. Bland de planerade investeringarna under 2005 finns fixpunktterna för koppar,  $1084,62\text{ °C}$ , och silver,  $961,78\text{ °C}$ , vilka ger en betydande förbättring av mätosäkerheten i området.


Det ackrediterade kalibreringslaboratoriet är en ö i företaget, och lyder under Swedac. Det finns ingen automatik i att laboratoriets kapacitet kommer produktionen till godo. Därför har Pentronic under det gångna året byggt upp en ny avancerad slutkontroll med direkt spårbarhet till kalibreringslaboratoriet. Labbet är också en kunskapsresurs både internt hos

Pentronic och i de externa utbildningarna. Som exempel får deltagarna i kursen Spårbar Temperaturmätning 2 arbeta en dag med laboratoriets utrustning, vilket torde vara unikt.

### Världsledande kunder

Stora satsningar har också gjorts i produktionen. Numera har Pentronic två produktionsanläggningar. Delningen berodde på att det inte fanns mer plats att bygga på i Verkeback. Den andra fabriken i Västervik har inte bara tillfört kapacitet, kunder konstaterar också att dubblingen förbättrar leveranssäkerheten. Det bevisades när orkanvindarna drog över södra Sverige i januari. Anläggningen i Verkeback blev strömlös under en dag, medan fabriken i Västervik inte berördes.

Under 2005 blir det investeringar i produktionen, men Lars Persson framhåller att de viktigaste satsningarna kommer att göras i det ackrediterade laboratoriet och i kompetenshöjningar hos personalen.

– Våra kunder är världsledande inom sina områden. Vi måste ligga på samma nivå och dessutom erbjuda flexibel produktion för att motivera vår position, konstaterar han. 

## Fler väljer kalibrering i fält

Pentronics laboratorium märker av en ökad efterfrågan på ackrediterade kalibreringar i fält. Förklaringarna är flera, men kan sammanfattas i tre punkter:


- Ökade krav på att mätningar verifieras av tredje part.
- Högt kapacitetsutnyttjande betyder att mätutrustning inte kan skickas iväg för kalibrering.
- Viss mätutrustning kan inte flyttas.

Kunder som väljer kalibrering på plats gör även mättekniska vinster. Den totala mätosäkerheten blir bättre än om enskilda givare och instrument skickas iväg till ett ackrediterat laboratorium.

– Hemma i laboratoriets kontrollerade miljö får vi visserligen snävare toleranser, men sedan används de under andra betingelser och påverkas av det övriga

mätssystemet, säger laboratoriets chef Lars Grönlund.

Vid en fältmässig kalibrering vägs miljö och minsta kabel i hela mätssystemet in i den slutliga mätosäkerheten. Resultatet blir på papperet sämre än om varje del kalibreras i laboratoriemiljö, men den totala mätosäkerheten blir mer tillförlitlig. Dessutom slipper kunden väga ihop alla potentiella felkällor i en egen mätosäkerhetsberäkning.

En fältkalibrering startar med en analys av vilken utrustning som behövs. Utrustningen kalibreras i relevanta temperaturer och tas med till kunden. Resultatet blir ett ackrediterat kalibreringsbevis med samma tyngd som om jobbet gjorts hos Pentronic. 

*Rapport från labbet*



# Isolera rökgasgivaren?

**FRÅGA:** En tillverkare av murspisar har på en av modellerna monterat ett termoelement utanpå rökröret för att mäta rökgas-temperaturen. Vad händer om man lägger lite värmeisolerande material utanpå termoelementet? Vad jag förstår så blir temperaturen vid kontaktpunkten närmare rökgas-temperaturen, men vad händer med temperaturresponsen? Får man en snabbare och exaktare reaktion hos ett isolerat termoelement när rökgastemperaturen ändras?

Thomas F

**SVAR:** Om rökgastemperaturen blir för hög kan detta i vissa installationer öka risken för att huset antänds. Vissa skorstenar är dimensionerade för en maximal rökgas-temperatur på 350 °C. Idag är det emellertid sällsynt att man mäter rökgastemperaturen vid kaminer och spisar. Man förlitar sig på att eldningen sker med omdöme och enligt tillverkarens anvisningar. Om man endast eldar en liten trivselbrasa då och då brukar det normalt inte vara några större problem. Det är emellertid inte speciellt svårt att elda betydligt hårdare än vad tillverkaren rekommenderar och då kan man lätt uppnå mycket höga och otillåtna temperaturer.

I figuren visas en principskiss av en murspis, där den oisolerade delen av rökröret är en väsentlig del av spisens värmeöverförande funktion. Via rökröret överförs värme från rökgaserna till murspisens hölje och till den rumsluft som cirkulerar förbi braskassetten och rökröret. Termoelementet mäter i detta fall rörets temperatur och inte rökgas-temperaturen. Den uppmätta temperaturen beror dels av värmeöverföringen mellan rökgasen och röret, dels av värmeöverföringen mellan röret och omgivningen.

## Kompromiss

Med ett isolerat termoelement kommer man att mäta en temperatur som ligger närmare rökgastemperaturen än vid mätning med en oisolerad givare. Värmeledningen i själva rörväggen till icke isolerad del av röret gör emellertid att man måste isolera en förhållandevis stor del av röret för att uppnå maximal effekt av isoleringen. Tyvärr minskar isoleringen värmeflödet från rökgasen till omgivningen och detta är inte önskvärt ur uppvärmningssynpunkt.

När rökgastemperaturen ökar måste både rörväggen med termoelementet och den pålagda isoleringen värmas, vilket ger en något långsammare temperaturrespons än utan isolering. Å andra sidan minskar isoleringen värmeledningen från rörväggen men värmeledningen till väggen påverkas obetydligt, vilket ger en snabbare respons. För att undersöka hur snabbt termoelementet reage-

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

**FRÅGA?**  
**SVAR!**

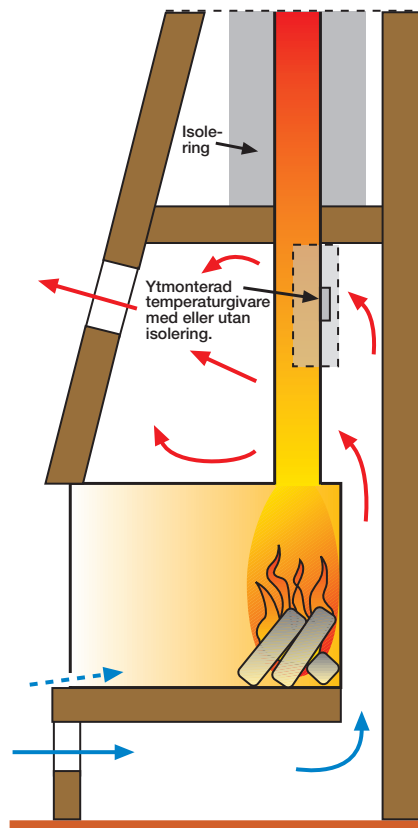
rar i det enskilda fallet måste man mäta upp förloppet eller göra en numerisk beräkning av hur temperaturen ändras med tiden. Inverkan av en isolering på temperaturresponsen bör dock i normalfallet vara liten.

## Sot hindrar instick

Egentligen skulle man vilja mäta rökgas-temperaturen med ett givarelement som befinner sig inuti röret. Det är emellertid omöjligt i detta fall, eftersom givaren skulle hindra den nödvändiga sotningen av rökröret. Man bör också undvika att ta upp hål i röret för ett termoelement, eftersom man då riskerar att rökgaser under olyckliga omständigheter skulle kunna läcka ut till rummet.

Installationen med ett termoelement på rörets utsida kommer också att störas när det bildas ett sotskikt på rörets insida. Ju tjockare sotskiktet är desto större blir mätfelet. Dessutom minskar värmeledningen från röret, vilket innebär att rökgastemperaturen blir högre. Detta glädjer möjligen kråkorna men knappast spisens ägare, eftersom den avgivna effekten minskar.

Även om termoelementet inte mäter rökgastemperaturen så ger ändå mätningen en viss information till spisägaren om hur eldstaden fungerar. Om man mäter temperaturen vid nysotad spis och normal eldning så kan man sedan jämföra den uppmätta temperaturen med detta "referensvärde".



# PRODUKT-NYTT

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

## Väljer automatiskt rätt fältbuss

Om du använder båda fältbussarna Profibus® och Foundation™ Fieldbus kan du halvera dina bekymmer och kostnader genom att använda den nya transmittern PR6350. Den klarar båda protokollen och väljer automatiskt det rätta.

PR6350 utgör ett smidigt sätt att ansluta en analog signal till nätverket. Varje transmitter har ingångar för alla standard signaler som mA, mV, temperatur (Pt100, termoelement), resistans (ventiler, potentiometrar, nivåmätare).

För linjärisering av signalen kan transmittern använda både 24 punkter och polynom.

Matningsspänning: 9 till 35 VDC. Omvandlaren finns även i en variant som är klassad för ATEX miljö. PR6350 monteras på vanlig DIN-skena. För huvudmontage finns PR5350.



## Mäter på transformatorlindning under drift

ThermAsset från Luxtron möjliggör kartläggning i realtid av heta punkter i lindningarna på små och medelstora (> 25 MVA) krafttransformatorer i kontinuerlig drift. Givarna är av optisk fibertyp som anpassats för transformatormiljöer och är enkla att använda. Upp till fyra givare kan anslutas och genomföringar för transformatorer finns. Mätområdet är -30 till 200 °C.

Mätaren är inbyggd i ett robust väggskåp med dimensionerna ca 26 x 21 x 11 cm. All kommunikation sker via en normal PC.



Skåpet på bilden är extrautrustat med en display. De moderna fiberoptiska givarna är smidiga att använda.

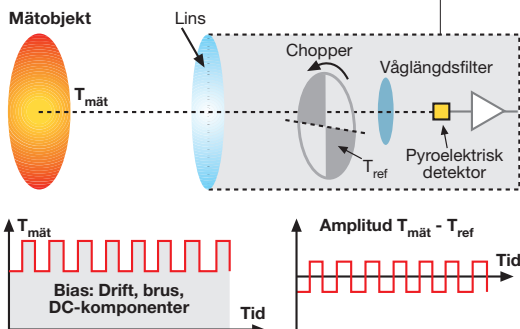
# Viktigt anpassa IR-pyrometern (2)

## Våglängder, inre temperatur och repeterbarhet

**Vad skiljer en påkostad pyrometer från en lågprisvariant? I den andra av två artiklar hjälper vi dig att reda ut hur våglängdsområden, inre temperatur och repeterbarhet påverkar mätprestanda.**

Förra artikeln tog upp mätyta, strålgång och objektiv. Väl inne i pyrometern ska strålningen slutligen påverka en detektor. Innan dess måste ett för mätändamålet lämpligt våglängdsområde selekteras genom filtrering. För generella mätningar används 8-14 µm-bandet som lämpar sig fört ex bestrukna ytor, byggmaterial, livsmedel och vätskor. Se tabell 1.

För meteorologi, miljö och jordbruk är våglängderna inom 9,6-11,5 µm bäst eftersom de inte hindras av luftens vattenånga och därför når långa mätavstånd. Heta gaser och flammor, t ex i pannor, detekteras via förekomsten av CO och CO<sub>2</sub> som responderar för våglängder i smala band kring 4,66 resp 4,26 µm. Möjliga mätområden är 300-2500 °C. För att mäta på glas genom varma gaser och lågor används 3,9±0,1 µm. Siktglas måste vara kemiskt rena (kvarts och safir) för att släppa igenom strålning som då måste vara kortvågig, ca 1-3 µm. Trots detta dämpas strålningen och pyrometer och glas bör samtrimmas för att minska mätosäkerheten.



Figur 1: Principiell funktion hos pyrometer med chopperteknik. Den pyroelektriska detektorn känner strålningen från mätobjektet  $T_{mät}$  via chopperhjulets öppningar och däremellan hjulets temperatur  $T_{ref}$ . Pulståget förstärks AC-mässigt varvid DC-komponenter, brus och förstärkardrift försvinner.

Man måste också tänka på att välja filtermaterial med hög kvalitet och som är så stabilt att varierande temperatur inuti pyrometern inte riskerar att påverka våglängdsintervallet. Det gäller i hög grad även linsmaterialiet. Se föregående artikel (1).

### Inre temperaturen kritisk

På liknande sätt som termoelementindikatorer måste kompensera för referensställets temperatur, behöver man vid pyrometermätning hålla reda på referens-temperaturen inuti apparathöljet. Strålnings-effekten är proportionell mot mätobjektets absoluta temperatur upphöjd till fyra. Skillnaden till motsvarande temperatur inuti pyrometern är vad man mäter. Därför måste den inre temperaturen vara känd och konstant eller kontinuerligt mätas och kompenseras för. Beroende på användning finns olika anpassningsval att göra. Kan konstant laboratoriemiljö förutsättas, blir konstruktionen enkel medan varierande processmiljö och därmed inre temperatur kräver kompensering i någon form. Den är särskilt viktig vid mätobjektstemperaturer under 300 °C.

Pyrometerprestanda brukar bedömas utifrån mätvärdenas repeterbarhet, som i sin tur är en följd av apparaturens termiska och elektriska stabilitet. Förutom termisk verkan på objektiv och filter samt den inre temperaturen är detektortyp och förstärkare viktiga för stabiliteten. Vid mindre krävande tillämpningar i lägre temperaturer används ofta termostaplar (eng: *thermo piles*) - seriekopplade termoelement - som värmedetektor. Dessa är enkla men termiskt tröga och har en tendens att mätas av strålningen vilket leder till drift.

Av de okylda detektortyperna är de pyroelektriska de känsligaste, snabbaste och stabilaste som finns. De reagerar endast på strålningskillnader varför signalpulsning (eng: *chopped radiation*) är nödvändig. "Choppertekniken" innebär fördelen att mät- och referenssignalen utnytt-

jar samma förstärkarkanal, varvid signaldrifterna (eng: *bias*) blir lika och kan elimineras. Vanligt är att pulsa strålgången med en roterande ving till ett tåg av ömsom mät- och referenspulser. Ytterligare en fördel med denna så kallade pulsmodulering är att inverkan av signalbrus reduceras effektivt. Se figur 1.

### Anpassar underhållet

I modern produktion gäller att alla avbrott för kalibrering och underhåll ska vara planerade och så få som möjligt. Tyvärr har många pyrometrar odugligt förklarats genom att de inte varit byggda för sin uppgift i processen eller har fel våglängdsområde valts. Detta har sedan lett till oförtjänt dåligt rykte på många håll för pyrometertermometrin som helhet. Genom att använda pyrometrar anpassade för mätuppgiften och med stor långtidsstabilitet, håller man underhållskostnaderna nere och säkrar repeterbara mätningar.

Figur 2: Till processpyrometrar, som denna från Heitronics, finns våglängdsfilter för många mätändamål. Se tabell 1.



Våglängd (µm)	T <sub>min</sub> ...T <sub>max</sub> (°C)	Material
0,85 - 1,7	125...2500	Metall, halvledare, keramik
2,0 - 2,7	250...2500	Metall, glas, keramik
2,0 - 4,5	100...1200	Metaller
3,43 ± 0,15	80...350	Plastfilm
5,7 ± 0,1	40...400	Plastfilm
6,8 ± 0,1	50...400	Plastfilm (PE etc)
7,93 ± 0,15	0...400	Plastfilm (polyester, PVC etc)
8,05 ± 0,15	0...400	Plastfilm och keramik
3,9 ± 0,1	200...2500	Glas, mätning genom gaser
4,9 - 5,5	100...2500	Glas
7,5 - 8,2	0...2500	Glas och keramik
4,26 ± 0,13	300...2500	CO <sub>2</sub> gas
4,5 ± 0,1	300...2500	CO och CO <sub>2</sub> gas
4,66 ± 0,1	300...2500	CO gas
5,3 ± 0,1	300...2500	NO gas
8 - 10	0...1000	Tjock film, keramik
8 - 14	-50...1000	Generella mätningar
8 - 20	-50...1000	Låg temperatur hög upplösning
9,6 - 11,5	-50...200	Genom atmosfären på långt avstånd

Tabell 1: Optimala våglängdsområden för olika material.

Föregående artikel se StoPextra 6-04. Synpunkter är välkomna till [hans.wenegard@pentronic.se](mailto:hans.wenegard@pentronic.se)

#### Kursen Spårbar temperaturmätning 1

Kryssa i anmälan till önskad kurs.

- 16-17 mars 2005
- 13-14 april 2005
- 11-12 maj 2005

#### Kursen Spårbar temperaturmätning 2

- 24-26 maj 2005

Namn .....

Företag .....

Adress .....

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

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

E-post .....

#### Jag vill ha mer information om:

- Fältbusstransmitter
- Temperaturmätning i transformator
- IR-pyrometri
- Mät- och kalibreringstjänster
- Pentronics kurser

#### Jag vill ha:

- Stopextra 6-04 (Alternativt se hemsidan)
- Temperaturhandboken (Katalog)
- Gratis prenumeration av StoPextra
- Ring mig om företagsförlagd kurs



590 93 Gunnebo.  
Fax. 0490-237 66, Tel. 0490-25 85 00  
E-mail: [info@pentronic.se](mailto:info@pentronic.se)

[www.pentronic.se/svar](http://www.pentronic.se/svar)

StoPextra 1-2005