

Uppdrag: Mildra naturens lagar

För en tillverkare av kylskåp och frysar gäller det att spara energi. Men vi som använder skåpen sätter stopp för en del besparingar.

– I vissa typer av kylskåp vore det bättre att vända på steken och förvara grönsakerna högst upp och mjölken i botten, säger Per Vedby, kylingenjör på Electrolux utvecklingsavdelning i Stockholm.

Alla med inblick i fysikens lagar inser att det är rätt. Kall luft är tyngre än varm.

– Våra kunder är vana vid att grönsakerna ska vara längst ned. Det är svårt för oss som tillverkare att ändra på den saken, säger Per som istället måste hindra naturlagarna från att ha sin gång.

Utvecklingsavdelningen för kyl och frys arbetar i huvudsak med temperaturer. Själva kärnprodukten är temperatur, runt +8°C för kylskåp och -18°C i frysar.

För en tid sedan höll Pentronic en kurs för kyl- och frysutvecklarna och gick samtidigt igenom mätsystemet i laboratoriet. Det visade sig vara väl genomtänkt, både vad gäller utrustning och metoder.

– Vi använder uteslutande termoelement typ T. Givarna hämtas ur samma tillverkningsbatch så att vi får bästa repeterbarhet, berättar Per.

Simulerade köttpaket

Man använder tre typer av termoelement: Trådgivare med frilagd mätpunkt, med kopparcylinder i spetsen som dämpar temperatursvängningar samt halvkilospaket fyllda med cellulosa och termoelement. Innehållet simulerar magert nötkött.

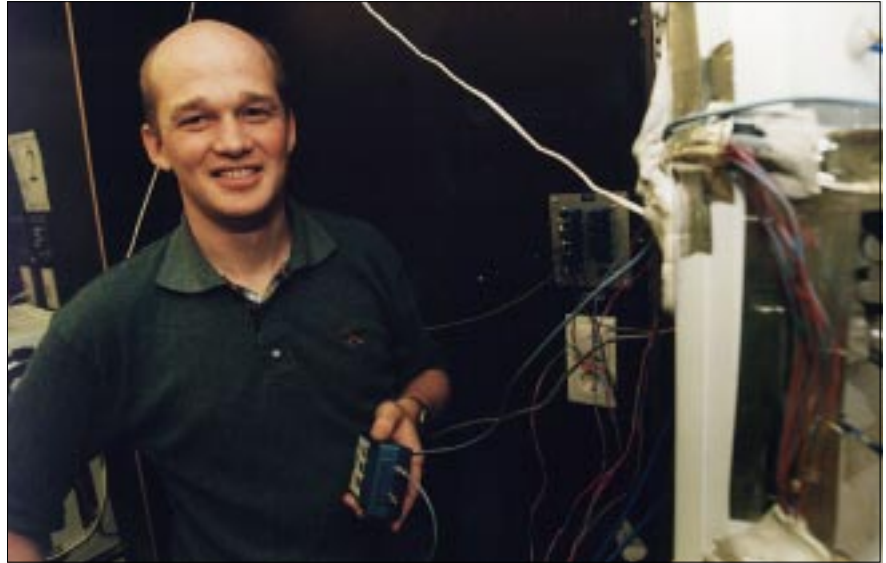
– Mätosäkerheten för våra system ligger inom ±0,5°C, berättar Per.

En annan viktig sak är att man använder termoelementmaterial hela vägen från givare till loggrar och mät datorer. Därmed undviks mätfel när signalkablar passerar temperaturgradienter.

Noggrannheten är inte bara viktig för att utveckla bra produkter. Om drygt ett år, 1999, inför EU regler om högsta tillåtna elförbrukning i kylar och frysar. Reglerna väntas med tiden bli allt hårdare.

Vad mäts egentligen?

– Det är ingen svårighet att konstruera skåp som drar lite energi. Det är bara att isolera mera. Samtidigt minskar volymen inuti skåpen, vilket går rakt mot våra kunders önskemål, säger Per.



Per Vedby och hans kollegor på Electrolux utvecklar en produkt som egentligen är stabil temperatur till lägsta driftskostnad på största möjliga utrymme. Det kräver mycket och noggrann mätning.

Det går inte att göra skåpen större. I Europa ska kylskåp passa i en 60 centimeter bred nisch. På andra håll har man fristående kylskåp. Men även här är det svårt att lösa energikraven med tjockare isolering.

– Kunderna vill att kondensorn på baksidan ska döljas med en snygg plåt. Luftväxlingen försämrats och vi kan bli tvungna att använda även sidoplåtarna för värmeavledning. Det betyder att vi bygger in en värmekälla som återför en del av energin till skåpet, berättar Per.

En variant är att lägga kondensorn under skåpet och blåsa bort värmen med en fläkt. Men fläktar drar el och gör det svårare att uppfylla energikraven.

Självklart finns det lösningar och Per Vedby tvekar inte om att Electrolux klarar morgondagens energikrav.

Läs instruktionerna!

Kraven ställer också frågan om vad man mäter på sin spets. Normerna föreskriver att mätningarna görs med stängda dörrar. Vilket beror på att kunden ska kunna välja det energisnålaste skåpet oavsett fabrikat.

Uppgiften energiförbrukning stämmer därför inte med verkligheten. Hur ofta dörren öppnas spelar dock inte så stor roll som man kan tro. De nedkylda matvarorna ackumulerar kyla och skåpet återhämtar sig snabbt när dörren stängs.

– En viktig faktor är att man ställer in varma matvaror från butiken som måste

kylas ned. Ju större familj, ju fler matvaror, desto högre förbrukning, säger Per.

På laboratoriet försöker man förutsäga hur kunderna använder skåpet och förebygga effekterna av felaktig användning. Ett sätt är att informera om handhavande i instruktionsboken, ett annat att bygga in varningssystem som t ex lampor. Ett gott råd är alltså att läsa instruktionsboken.

Det finns en grupp tekniktresserade kunder som mäter temperaturen för att minska elförbrukningen. Några ringer utvecklingsavdelningen och meddelar att det är för kallt i skåpet. Orsaken är felaktig mätning. I frysar går kylslingorna i vissa hyllor. Om man lägger termometern på en sådan hylla, uppmäts alldeles för låg temperatur. Istället ska man stoppa in termometern i t ex ett paket med kött, den metod som Electrolux själva använder.

– Det viktiga är temperaturen i maten, inte hur kall kylslingan är, avslutar Per. ■

Extra kurstillfälle

Just nu är efterfrågan större än utbudet på kursen "Spårbar temperaturmätning". Därför har Pentronic satt in ett extra tillfälle i början av december.

Nytt datum är 3-4 december 1997. Du kan anmäla dig direkt med kupongen här i StoPextra eller ringa 0490-670 00.

Åsikter om seminariet



– Ett bra seminarium för oss som jobbar med temperaturmätning. Jag arbetar själv med värmebehandling av bränsleelement.

Anna Kettis, ABB Atom

– Med tiden tenderar man att rationalisera bort viktiga saker. Med jämna mellanrum behöver man bli påmind om vad som gäller.



Ulf Friberg, Karlshamn



– Det är viktigt att bli påmind om att temperaturmätning är långt ifrån enkelt. Jag har själv gått Pentronics kurser, men det är något extra att även höra det från de verkliga proffsen.

Anders Lindblom, SSAB Tunnpå

– Bra temperaturmätning är nödvändig för oss, både för att tillverka högklassiga produkter och för att skona miljön.



Jan Åström, Borealis



– Föreläsningarna om pyrometri var mycket intressanta. På sikt tror jag att optisk temperaturmätning ersätter dagens temperaturgivare.

Åke Ländin, ABB Stal

– Det är två saker som är bra med seminariet, föredragshållarna och kollegerna från olika branscher. Det märks att många företag ser allt mer seriöst på sin temperaturmätning.



Stig Andreasson, Inkal



– Mycket intressanta föredrag. Jag håller på att lösa ett mätproblem med temperatur på tåtningsytor och har fått en del intressanta uppslag att jobba vidare på.

Per Magnusson, Roplan

Bagaget kom bort Budskapet gick hem



Flygbolaget slarvade bort Colin Bails bagage. Men han lyckades ändå förklara hur man mäter temperatur i glödgheta ugnar med resande termometrar. Som kommer ut i andra änden av ugnen med mätvärdena i minnet.

Colin Baily från Datapaq anlände punktligt till Sverige och Pentronics seminarium. Det gjorde däremot inte hans bagage. Men vad gjorde det när han verkade lösa flera av de närvarandes problem?

Datapaq utvecklar och tillverkar resande termometrar. Det är dataloggar som mäter med termoelement, skyddas av värmetåliga höljen och reser med mätobjektet genom glödgheta ugnar.

Systemen används ofta som ersättare till släpthermoelement inuti ugnar. I det första fallet slipper man risken med falska mät-punkter, isolationsproblem och inte minst, man slipper jobbet att dra tillbaka det långa termoelementet för nästa mätning.

Fler mätpunkter

Den resande loggern gör en kontinuerlig mätning under hela resan. Värdena tappas sedan över till en persondator och kan analyseras i detalj med den avancerade programvaran.

– Varje logger mäter med flera termoelement, berättade Colin. Ett av British Steels stålverk fick tjäna som exempel:

– I en av deras ugnar hade man tidigare dubbla släpthermoelement. Idag använder man en logger med 24 termoelement. Dessutom handlar det om korta givare som är enklare och kostar mindre att byta.

Ännu en fördel med Datapaq-systemet är att hela termoelementet befinner sig i ungefär samma temperatur. Man har bara

en gradient att ta hänsyn till, den som bildas på väg ut från den värmskyddande lådan.

Själva loggrarna är inga märkvärdigheter, förutom att de är mycket kompakt byggda och konstruerade för att tåla högre temperaturer, 58°C, än andra instrument. Den främsta poängen är det värmskyddande höljen.

1350°C på toaletten

– Själva inneslutningen måste anpassas till uppgiften. Det beror på temperaturnivå och behandlingstid, förklarade han.

I vissa fall nöjer man sig med vanlig isolering. I mer krävande tillämpningar är det ett "rymdmaterial" som gäller. På engelska brukar det kallas heat sink, ett ämne med enorm förmåga att ackumulera värme.

När det blir riktigt tufft är det vatten som gäller. Det låter kanske lite primitivt, men är mycket effektivt. Metoden kallas evaporativ kylning och används t o m i kyltorn till kärnkraftverk (för övrigt en svensk uppfinning signerad Carl Munters). Avdunstande vatten har en mycket bra kylförmåga.

– Vi har ett system hos en tillverkare av sanitetsporlin i Spanien där loggern får stanna 14 timmar i 1350°C. Då använder vi vatten som värmeabsorbent, berättade Colin. När systemet provades plussade fabrikschefen på två timmar utan förvarning. Loggern klarade sig.

Den resande termometern väckte stort uppseende och Colin fick även svara på en hel del frågor under de workshops som ordnades efter första dagens föreläsningar. ■



– Pentronics seminarier och kurser handlar inte bara om att förmedla kunskap om temperaturmätning. Det handlar om att skapa en kultur som höjer mätfolkets status, ansåg Lennart Löfgren från Forsmarks kraftgrupp, en av deltagarna på seminariet "Temperaturmätning på sin spets".

Seminariet "Temperaturmätning på sin spets" blev en synnerligen uppskattad tillställning, fylld av kunskap, möten mellan kollegor och en hel del skratt.

– Jag hoppas att samtalet som vi påbörjat kan fortsätta, summerade Pentronics VD när seminariet avslutades.

Seminariet genomfördes under två dagar i början av oktober. På plats fanns ett 90-tal personer från Bjuv i söder till Malmberget i norr. Från verkstadsindustrin, pappersbruk, kraftverk och högskolor.

Ämnet som förenade var temperaturmätning. Eller rättare sagt nyfikenheten och jakten på ny kunskap inom området.

– Det är jättebra att få tillfälle att lyssna på de stora kanonerna och kunna diskutera sina problem med dem, tyckte Lars Holmstedt och Anders Lindblom från LKAB.

Branschkollegan Anders Lindblom från SSAB i Borlänge fyllde på med att seminariet verkligen visade att temperaturmätning kräver kunskap och erfarenhet. Det är inte bara att sticka in termometern och läsa av.

– Efter det här får man väl åka hem och begära högre lön, skojade han.

Allt viktigare

Uppfattningen var samstämmig att den här typen av seminarier behövs. Inte minst för att höja statusen för dem som jobbar med kvalificerad temperaturmätning.

– Seminariet och Pentronics kurser gör att det växer fram en temperaturmätarkultur i Sverige. Vi är en grupp människor som blir duktigare på vårt område och allt viktigare för våra arbetsgivare, ansåg Lennart Löfgren från Forsmarks kraftgrupp.

Bland deltagarna fanns två av de högsta ansvariga för storheten temperatur i Norden, Jan Ivarsson från Sveriges provnings- och forskningsinstitut och hans motsvarighet i Finland, Thua Weckström.

– Det har varit mycket givande att träffa så många människor som arbetar med temperatur. I Finland finns det inget liknande. För mig som arbetar på en myndighet är det också mycket viktigt att höra hur användarna och tillverkarna ser på temperaturmätning, ansåg Thua Weckström.

Viktiga budskap

Jan Ivarssons bedömning var att seminariet kanske inte innehöll så många nyheter sett från hans horisont. Men att det som sades förtjänar att höras gång efter gång.

– Det viktigaste budskapet för bättre mätning är att termometern bara mäter sin egen temperatur. Det kan inte sägas för många gånger, ansåg han.

Mer kommentarer finns i texterna som ackompanjerar bilderna till den här artikeln. Som synes är alla positiva, men vem hinner i hastigheten tänka ut nyanserad kritik med journalist och fotograf framför sig?

– Temperaturmätning är en av våra knäckfrågor för att producera fler kvaliteter, sa Jan-Eric Hellgren och Kent Ericsson från Avesta Sheffield



– Jag håller på med termoelement som konstruktör. Det här var mycket givande, säger Staffan Söderholm, Sandvik Coromant.

– John Taveners föreläsningar ger alltid värdefulla uppslag, tyckte Mikael Stribrand från Volvo Aero.



Två av de ytterst temperaturansvariga i Norden, Thua Weckström från Finland och Sveriges Jan Ivarsson (t h) var med på seminariet.



– Det tar tid att smälta allt det här, sa Eva Andersson från Nestlé R&D-Center som bl a jobbar med att utveckla mat som håller i rumtemperatur.

Summan av seminariet:

Rådslag för en växande temperaturmätkultur

Deltagarna fick även sätta betyg på tillställningen i en anonym enkät. Medelbetyget för hela seminariet blev 4,2 på en femgradig skala. Dyker man ned i de enskilda föreläsningarna visar det sig att det fanns en ganska rejäl spridning. Vilket berodde på att föreläsningarna spände över ett brett område. Ingen var intresserad av allt.

Årets seminarium var förresten svaret på den önskelista som deltagarna på föregående seminarium lämnade in. Vad man saknade den gången var en rejäl genomgång av mätning med strålningspyrometer. Vilket det också blev denna gång.



John Tavener på seminariet

Nya termoelement bättre än Pt 100 i höga temperaturer

Glöm Pt 100 för noggrann mätning i höga temperaturer.

– En bra, välkonstruerad Pt 100 går till fixpunkten för aluminium, 660,323°C. Därefter får vi problem, förklarade nestorn på området, John Tavener från Isotech, under Pentronics seminarium.

John är en av världens stora "elefanter" på platinaresistanstermometrar och kalibrering. Tidpunkten för seminariet utgick faktiskt från hans almanacka och en stor del av åhörarna kom i första hand för att lyssna på John.

Det är inte bara hans kunskaper som lockar. John Tavener är underhållare med förmåga att göra svåra ting begripliga.

Pt 100 är för många en synonym för högsta noggrannhet. Därför är det inte så konstigt att reklambudskap om Pt 100 för temperaturer upp till 1 000°C väcker stort intresse. Men Pt 100 är långt ifrån noggrann på denna nivå.

– Fysikens lagar fungerar... tyvärr.

Resistansproblem

Mycket pedagogiskt gick han igenom givarens konstruktion och vad som händer med den i takt med temperaturen. I bra givare är sensorn en spunnen spiral av platinatråd, i sämre är tråden fixerad vid en bobin eller också används en

tunn platinafilm som sitter fäst på en platta.

– De två senare typerna fungerar också som töjningsgivare, eftersom platinan och det andra materialet har olika värmeutvidgning. Resultatet blir att platinafilms eller trådens tjocklek förändras med temperaturen. Därmed ändras resistansen och vi får ett mätfel, sa John.

Principen för en Pt 100 är att trådens resistans stiger med temperaturen. Industriegivare isoleras med aluminiumoxid. Resistansen minskar med temperaturen.

– På grund shunteeffekter blir resultatet växande mätosäkerhet i höga temperaturer, förklarade han.

Noggrant och skört

Inom kalibreringen används en helt annan typ av platinatermometer kallas SPRT.

I högtemperaturutförande har den ett hölje av högrent kvartsglas och själva mätroppen är en nästan fritt hängande platinaspiral. Dessutom är resistansen vid 0°C endast 0,25 ohm. Givaren definierar temperaturen i silverpunkten, 961,78°C med mycket god noggrannhet.

– Silverpunkten är känd på 10 mK när. Vi mäter med en upplösning som är en femtedel av osäkerheten i själva definitionen.



Man klarar konststycket bl a genom att Pt 0,25-givare är 400 gånger mindre känsliga för isolationsproblemen än Pt 100.

Men i samma andetag förklarade John att dessa givare är omöjliga att använda för industriella ändamål. De är ömtåliga som nyfödda barn. Om det hörs att du lägger ned givaren på ett bord, är kalibreringen sannolikt förstörd.

Framtidens termoelement

En lösning på hållbarheten är att klä in kvartsglas i metall. Visst blir den hållbarare, men då tillstöter nya problem. Kvartsglas släpper igenom metallmolekyler från inkapslingen som förgiftar platinan med mätfel som följd.

– Än så länge kan man glömma platina-

Personalens kunskap är viktigare än prestanda



– ISO 9000 är i första hand ett internt kvalitetssystem. Den som säljer mätningar i någon form utanför sitt företag bör vara ackrediterad, ansåg Merih Malmqvist från SWEDAC

–Det spelar ingen roll om du kallar det kontroll eller kalibrering. Du måste ändå ha en referens som du kan lita på. Alternativet är rena gissningar.

Merih Malmqvist från SWEDAC sparade inte på krutet när hon talade om behovet av spårbarhet och kalibrering. Det finns inga genvägar till korrekta mätresultat.

SWEDAC är en myndighet med det svenska, statligt klingande namnet Styrelsen för teknisk ackreditering.

Alla typer av kvalitetssäkring hamnar till sist på deras bord. De har det slutliga ansvaret för så skilda saker som kröningar av butikernas ostvägar, bensinpumpar och Pentronics ackrediterade kalibreringslaboratorium.

Merih är avdelningschef på SWEDAC och fungerar som revisor vid ackreditering samt vid kontroll av andra länders certifieringsorgan.

Hon klagade på ett tydligt sätt behovet av ackreditering och skillnaden mot certifiering enligt ISO 9000.

ISO 9000 är internt

– Certifiering prövar bara själva kvalitetssystemet. Om metoderna är relevanta för sitt ändamål är företagets ensak och slutligen en fråga för produktansvarighetslagen, sa hon.

Ackreditering är en djup teknisk granskning med tonvikten på kompetens. Det gäller att veta vad man gör och bevisa att verksamheten håller en viss kvalitetsnivå.

Det är oerhört viktiga frågor speciellt för laboratorier som säljer mätresultat, analyser, kalibreringar och liknande.

– Så länge man bara kalibrerar för företags interna behov fungerar det med ISO 9000. Men så fort mätresultatet på något sätt ska användas av en utomstående part, bör man ackreditera sig.

Hon fördjupade sig inte i själva tekniken bakom ackreditering. Vilket säkert fick många seminariedeltagare att dra en suck av lättnad.

Men även utan formler och paragrafer klargjorde hon principerna för kvalitetssäkring och många av de fallgropar som man riskerar att hamna i.

Viktigare än decimaler

– Det räcker inte med att ha en spårbar referens för att mätningarna ska vara spårbara. Det trista är att många fokuserar sig på utrustningen, eftersom den är enklast att angripa.


Enligt Merih handlar korrekta mätresultat i huvudsak om mjuka faktorer som personalens kunskaper, dokumentation, metoder och annat som är både jobbigare och tristare än ett nytt



John Tavener var som väntat höjdpunkten under Pentronics seminarium. Han slog hål på drömmen om Pt 100-givare i höga temperaturer och varnade för enkla och lättskötta blockkalibratörer. Dessa "Musse Pigg"-apparater kräver en teknologisk doktor för att reda ut alla potentiella felkällor.

termometrar i höga temperaturer, förklarade John som tippade att det inom några år finns Pt 100-givare som fungerar bra upp till 800°C.

Men samtidigt går utvecklingen åt andra håll. Det pågår ett EU-projekt som syftar till att utveckla en resistanstermometer som går ända upp till 1500 - 1600°C. Om det lyckas står skrivet i stjärnorna.

– Jag är mer hoppfull om de nya termoelementen med rena metaller i ledarna. Vanliga termoelement består av legeringar med dålig homogenitet. De nya givarna har platina i ena ledaren och guld eller palladium i den andra, avslutade John. 

spännande instrument med många decimaler.

Många stirrar sig blinda på decimalerna och tror sig mäta bättre än vad man i verkligheten gör.

Det finns faktiskt företag som uppger bättre noggrannhet än det nationella laboratoriet för storheten.

– Poängen är inte att pressa osäkerheterna. Det viktiga är att veta hur bra man verkligen mäter, underströk hon flera gånger under föreläsningen. Börja med att ta reda på vilken mätosäkerhet som krävs och anpassa utrustning och rutiner efter det.

Nya GUM-metoden

Begrepp som kalibrering och osäkerhet brukar vålla en del förvirring. Hon hade egna definitioner som även hennes egna barn nästan förstår.

– Kalibrering är skillnaden i mätvärde mellan ett kalibreringsobjekt och en referens som utsatts för samma signal. Mätosäkerhet är ett kvalitetsmått på denna skillnad med hänsyn tagen till ett antal olika faktorer.

Att beräkna mätosäkerhet är ett kapitel för sig. Nu kommer en ny metod som kallas GUM. Den har antagits av alla internationella standardiseringsorgan.

– Det finns många invändningar mot GUM-metoden. Strunta i dem. Det viktiga är att alla är överens och gör på samma sätt, förklarade hon.

Istället för att gå in på metoderna, nöjde hon sig med att hänvisa till en sammanfattning som för övrigt kan beställas från Pentronic eller SWEDAC. I början av nästa år ger SWEDAC dessutom ut en lathund och exempelsamling i ärendet.

– Den stora skillnaden mot tidigare är att tillfälliga

Sagt om fixpunkter:

Kalibrering för chimpanser

Varför ska man kasta ut en massa pengar på att kalibrera sin mätutrustning? Den frågan ställer inte minst icke-tekniker som tror att mätvärden med automatik är sanna.

– För att man tjänar pengar på kalibrering, löd det krassa svaret från John Tavener.

Han hade med sig några exempel. Ett stort medicinföretag hittade ett mätfel i en auto-klav vid kalibrering. Lagens krav är att man måste värma upp medicinsk utrustning för att oskadliggöra mikroorganismer.

En för låg temperatur hade inneburit att företaget tvingats kalla tillbaka medicin för miljontals dollar. Som tur var visade kalibreringen att felet låg åt andra hållet, autoklaven var varmare än nödvändigt.

– Det kan vara lika illa åt andra hållet. Ett amerikanskt kraftverk sparade 100 000 dollar om året på att skärpa sin mätosäkerhet med en enda grad, berättade John.

Kalibrering i sig är ingen garanti för säkra mätningar. Det beror på hur de utförs. Filmtillverkaren Kodak har de kanske tuffaste kraven på sina framkallningslaboratorier och har en fixpunkt med gallium på varje lab för att garantera färghållningen på fotografierna.


– Fixpunktskalibrering är absolut säkraste kalibreringsmetoden och så enkel att utföra att man kan anlita chimpanser för jobbet. Man sticker ned givaren i själva definitionen för just denna temperatur, avläser värdet och sedan är det klart, sa John med glimten i ögat.

Musse Pigg svårast

Fixpunkterna, som är enklast att sköta, finns ofta i de mest avancerade laboratorerna. I produktionen används "Musse Pigg-apparater" (Johns uttryck) som man behöver vara teknisk doktor för att begripa sig på alla felkällor. Den vanliga benämningen är blockkalibrator och enligt John finns det i princip två sorter, mer eller mindre dåliga. Skillnaden är om de har ett hål för provgivaren eller dubbla hål så att även en kalibrerad referensgivare kan användas.

Blockkalibratören består av ett uppvärmt eller nedkylt metallblock. Tanken är att referensen och provgivaren ska stickas ned i samma temperatur och att man avläser skillnaden i mätvärde.

Problemet är att många tillverkare i all välmening försökt göra blockkalibratören lika lättanvänd som en fixpunkt. För att skapa en kalibrator "för chimpanser" har referensen byggts in i apparaten. Ställ in önskad temperatur, för ned provobjektet i hålet, läs av.

och systematiska fel har utgått. Nu pratar man om fel typ A, som är den statistiska analysen av mätningen och typ B, som är osäkerheter från tidigare mätdata, kalibreringsbevis och liknande. 

Indränkt i olja

Tyvär är det inte så enkelt. En jämförelsekalibrering bygger på att båda givarna används under samma förutsättningar, i samma temperatur. Den inbyggda referensgivaren sitter på ett helt annat ställe och i värsta fall har man inte ens möjlighet att kontrollera om den sitter kvar där tillverkarens ursprungligen placerade referensen. John påvisade problemet så här:

– Normalt har man en insats i blocket där hålen för givarna finns. Tänk dig att du glömer att sätta in insatsen. Provgivaren sitter i insatsen och mäter rumstemperatur medan referensen mäter blockets temperatur.

Det kan låta en smula överdrivet. Men faktum är att det alltid finns en luftspalt mellan block och insats. Den har exakt samma effekt som glömskan i exemplet. Det här är många medvetna om och fyller spalten med pastor eller olja. Något som John Tavener sett skrämmande resultat av:

– Det är inte ovanligt att oljan svämmar över och tränger ned i isoleringen runt blocket. Resultatet blir att isoleringen försämras och jämnheten i blocket rubbas.

Hans recept var att bara använda kalibratörer med plats för både provgivare och referens i insatsen. Dessutom måste man se till att båda givarna har ungefär samma fysiska egenskaper och föra ned dem lika långt i blocket.


Tänk först

Han hade ett exempel från Asien där ett företag kalibrerade termoelement med en diameter på 25 mm (!) i en blockkalibrator. Den grova givaren formligen sög värme ur blocket. Resultatet blev att referensen indikerade 200°C medan provgivaren bara gav 110°C.

Instickslängden har också sin betydelse. Tavener och Isotech har låtit ett ackrediterat laboratorium testa sina kalibratörer.

Proven visade två saker, dels skiljer temperaturen några tiondelar både i höjd- och sidled i blocket.

Dels påverkas alltid blocket när du för in en givare. Själva givaren kyls eller värms upp och temperaturprofilen i blocket förändras p g a av givarens värmeavledning.

Det viktigaste vid kalibrering i block är att man tänker efter och försöker förebygga tänkbara mätfel. Grundregeln är att båda givarna ska befinna sig i samma temperatur. Om man har högre krav på noggrannheten får man gå över till vätskebad eller i slutänden till fixpunkter. 

Vad mäter egentligen människor som springer omkring med en handhållen pyrometer? En sak är klar, det är sällan temperatur, än mindre rätt temperatur.

Ortvin Struß från Heitronics smulade sönder drömmen om pyrometern som lättanvänd termometer för deltagarna på Pentronics seminarium.

Strålningspyrometern är i teorin den enda riktiga termometern. Alla andra principer mäter t ex längdutvidgning eller spänning och omvandlar det till temperatur.

Pyrometern fångar upp den energi som alstras på molekylnivå i mätobjektet. Att pyrometern dessutom är oerhört lätt att använda gör inte saken sämre. Sikta och läs av. Klart.

Ortvin plockade drömmen i småbitar med tysk noggrannhet. Hans föreläsning delade åhörarna i två läger. En del somnade nästan av alla formler från Plancks lag och framåt, andra tyckte att det var seminariets viktigaste och mest intressanta inslag.

– För att få ut rätt mätvärden ur en pyrometer, måste man vara mycket väl medveten om dess begränsningar och anpassa sig efter fysikens lagar, förklarade Ortvin.

Begränsningar ger möjligheter

När han radade upp alla begränsningar kände många att pyrometer, det kan man över huvud taget inte använda.

Men för den som lyssnade ordentligt, framgick det att pyrometern är mycket användbar om man lyder naturlagarna. Det finns ingen annan utrustning som mäter temperatur beröringsfritt, inuti eller på andra sidan av mätobjektet.

Som praktikfall använde han mätning på, inuti och genom glas. Det visade sig vara möjligt att mäta på alla tre sätten med en pyrometer. Vad det handlar om är att vända begränsningarna till sin fördel.

Grundregeln för pyrometri är att all värmestrålning består av tre komponenter: Reflexion, transmission och mätobjektets egen värme, även kallad emission. Det är den sista komponenten som man vill veta. Och den kan variera från 2 till 100 procent av den totala strålningen. Extremerna är rent guld och en s k svartkropp, som används vid kalibrering av pyrometrar. Om man känner

Mäter pyrometern temperatur?



– Det här glaset kan vara genomskinligt eller svart för pyrometern beroende på vilket våglängdsområde man arbetar med, var en av Ortvins Struß exempel på en begränsning som kan vändas till en möjlighet.

andelen emitterad energi, kan man även justera bort den oönskade energin.

– Problemet är att många material har olika emission i olika våglängdsområden, sa Ortvin och tog glas som exempel. I synligt ljus är det genomskinligt och i andra helt "svart", nästan utan transmission.

Förbryllande pyrometer

Ett annat problem är luften som energin passerar genom mellan mätobjekt och pyrometer. Olika ämnen i atmosfären filtrerar signalen. Som tur är finns det atmosfäriska fönster där energin nästan obehindrat kan passera.

Om man vänder på steken kan begränsningarna användas till att förbättra mätningarna. Genom att utnyttja t ex glasets skiftande egenskaper i olika våglängder, kan man med modern teknik styra om det är temperaturen på, inuti eller bakom glaset som ska mätas.

– Problemet är inte begränsningarna utan att många saknar kunskap om dem. Då vet man inte vad som mäts och kan inte avgöra om mätvärdet är realistiskt, ansåg han.

Ett avsnitt som förbryllade åhörarna var när han jämförde moderna pyrometrar med en "brightness pyrometer". De flesta hade ingen aning om vad han pratade om. På svenska heter det glödtrådspyrometer och användes åtminstone tidigare på stålverk och andra högtemperaturmiljöer.

Principen är att det sitter en glödtråd kopplad till en strömkälla inuti pyrometern, som fungerar som en kikare. Operatören tittar på värmekällan genom pyrometern och vrider på en potentiometer tills glödtråden har samma färg som mätobjektet. Det är lätt att beräkna glödtrådens temperatur och utifrån den beräknas mätobjektets temperatur.

– Många tror att den här pyrometern är fri från emissionsproblem. Det är tvärtom på grund av ögonens begränsade våglängdsområde. Och hur kalibrerar man en människa, löd Ortvins retoriska fråga.

En summering av hans tre pass långa föreläsning är att pyrometrar kräver att man vet vad man håller på med. Annars blir mätvärdet garanterat fel.

Dubbel laser ger bättre pyrometer?

Ska universitetet i tyska Stuttgart besanna drömmen om den korrekt mätande pyrometern?

Just nu pågår forskning kring en tvålaserspyrometer som förhoppningsvis ska lösa problemet med varierande emissionsfaktor. Men än så länge finns bara klumpiga prototyper som kostar över en miljon kronor styck.

– Forskarna rapporterar goda resultat vid tester i laboratoriet. Men det lär dröja

många år tills det finns en industrianpassad version till rimliga pengar på marknaden, rapporterade Ortvin Struß från Heitronics på Pentronics seminarium.

Problemet med emissionsfaktorn är att den beror på en mängd olika faktorer, t ex färg och yta som dessutom ändras med våglängdsområdet.

Den nya pyrometern belyser mätobjektet med två lasrar på olika frekvenser som värmer upp objektet med några bråkdelar av grader. När man vet laserns effekt och kan mäta resultatet av uppvärmningen, går det att räkna ut emissionsfaktorn på denna punkt. Och i slutänden låta en dator i pyrometern räkna fram den korrekta temperaturen.

– Det finns ett liknande projekt med en laser och en spegel som delar strålen. Det har inte fungerat särskilt bra, berättade Ortvin.

Det finns redan liknande idéer ute på marknaden, bl a tvåfärgspyrometrar från flera tillverkare, även från Heitronics. I teorin kommer man runt problemet med emissionsfaktorn genom att mäta med dubbla pyrometrar i olika våglängdsområden.

– Det fungerar dåligt i praktiken eftersom mätobjektet har olika egenskaper i olika våglängdsområden, avslöjade Ortvin Struß trots att han därmed slog undan benen för Heitronics egen produkt.

”När smålänningarna hoppar stiger värmen”



Hans-Uno Bengtsson, docent i teoretisk fysik, drog ned skrattsalvor när han förklarade temperaturens innersta och sanna natur.

På papperet såg kvällen mellan de båda konferensdagarna ut att bli tråkig. Föreläsning av en docent i teoretisk fysik från Lund.

Det slutade med att publiken vek sig av skratt och sög i sig kunskapen av bara farten.

Inte så konstigt. Docenten heter Hans-Uno Bengtsson, känd från TV för sina minst sagt uppseendeväckande lektioner i fysik.

Han går på glödande kol, ligger på spik-

Extrema givare

till bra priser

Termoelement med skyddsrör av Inconel eller Hasteloy klarar svåra miljöer och höga temperaturer.

Med det finns miljöer som kräver mer extrema termoelement. Till dessa används skyddsrör av t ex molybden, tantal och kvarts. Men priserna brukar vara av den arten att även luttrade köpare sätter kaffet i fel strupe.

Problemet är att det bara finns en fåtal tillverkare i hela världen. Resultatet blir att många köper exotiska termoelement flera led från tillverkaren. Vilket märks på priset.

Pentronic har knutit direktkontakt med en av källorna och kan därmed erbjuda extrema termoelement utan mellanhänder. Givarna finns i kalibreringarna S, R, B, G, D och C för temperaturer upp till 2 300°C. De levereras kompletta i skyddsrör med monterad standard hankontakt i högtemperaturutförande.

Skyddsrören finns i flera olika material och även med beläggning av volfram för att bli ännu mer stryktåliga.

mattor och dricker flytande kväve.

– Hela den teoretiska grunden fanns med. Jag kunde inte upptäcka ett enda fel, kommenterade Jan Ivarsson, högste ansvarig för storheten temperatur i Sverige, när han skrattande lämnade föreläsningen.

Tält-teorin

Hans-Uno är en snabbpratare av sällan skådat slag. Tyvärr. StoPextras utsände hann aldrig med att anteckna allt som sades. Men här är några smakprov:

– Temperatur är en metod att mäta värme. Värme kan man förklara så här. Tänk er ett stort tält med 200 smålänningar. Efter att de druckit kaffe och hållit sitt möte är det någon som släcker lyset, kapar tältstolparna och drar igen dragkedjan.

– Småläningarna börjar hatta runt i tältet, hoppa och stöta emot varandra och boxa in i väggarna. Ju mer dom studsar därinne, ju mer stiger trycket och värmen och desto större blir tältet.

– I värmens värld heter småläningarna molekyler och betar sig precis som våra vänner i tältet. Värme är rörelseenergi på molekylnivå och tänker man på småläningar är det inte konstigt att material expanderar när de värms upp.


För att förklara temperatur var han tvungen att lämna tältet och de hoppande småläningarna. Istället blev det ett exempel som skulle få Vägverkets experter att drabbas av svårartad hicka.

– Tänk på en motorväg. Du står där och väntar på att bli påkörd av bil efter bil. Varje bil har sin egen hastighet, några kör i 60 och andra i 150. Temperatur är medelhastigheten för alla som kör över dig under en viss tid.

Varmare i himlen

Han vecklade även in sig i bibeln och ansåg det bevisat att himlen är varmare än underjorden. Hos ”han där nere” lär det finnas brunnar med flytande svavel. Svavel förångas vid drygt 450°C och därför kan det inte vara varmare än så. På den yttersta dagen skall himlen lysas upp av sju solar och en måne lika stark som solen.

– Om man räknar på det borde temperaturen i himlen vara närmare 600 grader, förklarade Hans-Uno.

Dessutom blev det en fullödig genomgång av hela temperaturmätandets historia. Vem visste att varken Fahrenheit eller Celsius upfunnit de skalor som uppkallats efter dem? Den förstnämndes skala brukar välla en hel del förvirring. Hur kommer man på idén att vattnet ska frysa vid 32°F? Nu var det så att Fahrenheit inte hade vattnets fasövergångar som fixpunkter. Det är ingen slump att 100°F ligger nära människans invärtes temperatur och då får ni själva räkna ut var fixpunkten är belägen... 

Produkt-Nytt

Släpring för höga varv



Här är en ny släpring med intressanta egenskaper. Den är kompakt och tål varvtal upp till 12 000 rpm, avsevärt mer än liknande produkter.

Släpringen finns i flera varianter, som standard med 4, 6, 8 eller 10 poler och klarar strömmar på upp till 0,5 A. Den fungerar från -30 till +120°C.

Släpringar används för att överföra elektriska signaler till och från utrustning i t ex en snurrande vals. Andra släpringar har begränsningar i varvtalet. Den här undanröjer i de flesta fall varvtalsproblemet och innehåller dessutom inget kvicksilver. På beställning tar Pentronic hem släpringar med fler poler och för högre strömmar.

Riktigt låååång givare



Behöver du en lång givare för att mäta i komposter, fliöhögar och liknande? Pentronic har ett ”järnspejt” på lager. Givaren är 1400 mm lång och 9,5 mm i diameter. Det är ett termoelement typ K och tål temperaturer upp till 250°C. Som standard har den rakt handtag, men finns även med ett stabilt t-handtag av stål.

Är termoelement typ N en bättre givare eller ett marknadsföringsjippo?

Frågan ställdes i inbjudan till Pentronics seminarium, där åhörarna fick svaret.

– Typ N är i många sammanhang lika bra eller bättre, ansåg Gunvald Bruce, pensionerad labchef hos Pentronic.

Typ N har flera gånger lanserats som ett överlägset alternativ till trotjänaren K. Men som vanligt visar det sig att verkligheten är mer komplicerad än vad som framgår av hurtiga försäljningsbudskap.

Gunvald har studerat ett antal vetenskapliga undersökningar och jämfört resultaten med erfarenheter från Pentronics kunder och det ackrediterade kalibreringslaboratoriet.

Hysteres drabbar båda

Typ K började tillverkas 1906 och dess egenskaper och problem är välkända. Vilket innebär att man kan gardera sig mot felet. I huvudsak handlar det om två problem:

- Short ranged ordering eller hysteres. I temperaturområdet 300 - 500°C förändras materialets egenskaper med höjd emk som följd. Felvisningen blir 3-5°C. Det går att kompensera för felet efter kalibrering. Termoelementet återfår sina ursprungliga egenskaper när det upphettas till 1000°C.

- I normal atmosfär bildas en skyddande oxid på trådarna. I lågt syrgastryck vid 900-1000°C

”Typ N är lika bra eller bättre än K”

försämras skyddet. Resultatet kan bli grönröta och felmätningar på 10-tals grader.

Givare är individer

Typ N är befriad från båda problemen. Vad som är mindre känt är att typ N drabbas av hysteres mellan 600 och 900°C, fast i mindre omfattning.

– Varje temperaturgivare är en individ. Det finns bra typ K och dåliga typ N. Man kan inte sätta in en givare och tro att den ska hålla i tusentals timmar, påpekade Gunvald.

En sammanfattning av Gunvalds undersökning är att typerna K har sitt berättigande. Dess brister är välkända och industrins instrument anpassad för typen. Blir det problem, är typ N ett bra alternativ.



– Typ N är lika bra eller bättre än typ K, sa Pentronics pensionerade labchef Gunvald Bruce när han redovisade sin undersökning.

Välj med lathunden

Gunvald har tagit fram en lathund om hur typerna fungerar i olika temperaturer.

0 - 300°C. Båda fungerar lika bra. Valet är mest en fråga om tycke och smak.

300 - 600°C. Välj typ N för bästa prestanda. Se upp för hysteres på typ K.

600 - 900°C. Typerna är jämförbara. Risk för hysteres hos typ N. Effekten är dock inte större än någon grad.

900 - 1000°C. Varning för grönröta hos typ K. Välj typ N eller kontrollera typ K-givarna regelbundet.

Över 1000°C: Typ N är mätbart bättre. Relationen är 3:1. Dessutom börjar typ K att ”krokna” vid 1200°C och vid 1250°C börjar givarna haverera, medan en del typ N fortsätter att fungera bra.

Undersökningen är mer omfattande och innefattar även effekterna av olika mantelmaterial i kombination med typ N och K. Rapporten beställs gratis från Pentronic.

Ny och bättre givare för ytmätning

Att mäta temperatur på ytor är alltid förknippat med risk för stora mätfel.

Temperaturgivare mäter alltid sin egen temperatur. I ytfallet exponeras givaren i huvudsak för andra temperaturer än ytans.

Många har grunnat på problemet, så även John Tavener på Isotech. Han hittade en vettig lösning i Sydafrika och fick rätten att tillverka en ny typ av ytemperaturgivare.

Det är ett vanligt manteltermoelement typ K med två mätpunkter, en i spetsen och den andra några millimeter längre in. Genom att mäta två temperaturer räknar instrumentet fram skyddsströmlusten och kompenserar för den.

En värmespiral runt spetsen värmer upp givaren till samma temperatur som ytan. När balansen är nådd är givarens egen temperatur samma som ytans och därmed blir resultatet mer korrekt.

– Det dröjer runt tio minuter innan givaren stabiliserat sig. Mätfelet blir omkring 3-5°C, berättade John.

Ett fel på 3-5 grader, kan det kallas bra? Vid ytmätning är svaret ett obetingat ja. Den stora poängen med givaren är att felets storlek är stabilt genom temperaturområdet. För en vanlig ytgivare ökar felet proportionellt mot temperaturen. Är felet $\pm 5^\circ\text{C}$ vid 100 kan det bli $\pm 10^\circ\text{C}$ vid 200°C.

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”

19-20 november (Full)

26-27 november (Full)

3-4 december (Anmälan)

Kursen ”Avancerad kalibrering”

25-26 mars 1998

Skicka information om kurserna

Jag vill ha mer information om:

Datapaq resande termometrar

Heitronics pyrometrar

Isotech kalibreringsutrustning

Temperaturgivare, typ.....

Släpning för höga varv

Namn.....

Företag.....

Adress.....

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

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

For Norge

For informasjon, kontakt Fagerberg Norge a.s. på tlf. 69 26 48 60 eller telefax nr. 69 26 73 33

Faktasamling om Pt 100 och termoelement.

Rapport termoelement typ N vs K

Gratis prenumeration StoPextra.

Temperaturhandboken (Katalog)