

Köper du en banan i butiken ska den vara knallgul och fräsch utan bruna och svarta fläckar. Bananen är ju en färskvara som är oerhört känslig. Vad många inte känner till är att frakterna från bananrepublikerna sker under strikt temperaturkontroll för att mognaden ska bromsas. En process som gör att bananerna får längre hållbarhet i din butik.

York Marine AB i Norrköping tillverkar frys- och kylanläggningar till "bananbåtarna" som går i skytteletrafik mellan de centralamerikanska staterna och Europa.

Anders Martinson ansvarar för styr-systemen som ser till att bananerna får rätt temperatur under transporterna.

- Temperaturnoggrannhet är oerhört viktigt. Vi får en specifikation på hur stor båten är, vad den ska transportera, yttertemperaturer och vattentemperaturer där båten ska gå och var den ska gå, om det är kalla områden som ska passeras under färden.

Se bananen som en levande varelse som andas precis som vi; den förbrukar syre och släpper ut koldioxid. Koldioxid är inte bra för bananerna eftersom den påskyndar mogningen.

- Därför måste vi vädra ut koldioxiden så att halterna inte blir för höga. Eftersom de lever och andas släpper de också ifrån sig en massa värme, som måste kylas bort.

Oerhört känsliga

Bananerna trivs bäst i temperaturen runt 13 grader och de är oerhört känsliga för låga temperaturer.

Bananen, som faktiskt är en örtväxt, sägs vara den äldsta odlade produkt som finns. Plantan växer upp på ett halvår och ger frukt redan första året. Logistiken är ofta så väl utformad, att man vet vilken dag bananerna ska skördas när plantan sätts i jorden och också vilken båt som är beställd för transporten.

När bananerna lastas på båten från något land i Centralamerika är det kanske 25-30 grader på kajen. Efter ett par dagar är bananbåten klar för avfärd och då måste temperaturen ner till 12-13 grader.

- Varje banansort har sin egen bästa transporttemperatur, men en vanlig temperatur är 12,7 grader.

Lastutrymmena på bananbåtarna är enormt stora, och motsvarar ungefär en fotbollsplan plus ett par tre meter på höjden. Centralt i båten finns ett kylmaskineri som kyler ner en saltlösning som kallas brine, och som pumpas runt i systemet. Samtidigt blåser man luft med hög hastighet genom kyl-

Bananen - världens mest övervakade frukt



Anders Martinsson på York Marine AB i Norrköping ser till att temperaturen är rätt i bananbåtarnas lastrum.

batterierna och ser till att den nedkylta luften genom ett sinnrikt system trycks ut i lastutrymmet. Luften måste sippra genom alla hälforsedda banankartonger som står på pall upp till ca 2,5 meters höjd.

- Temperaturen måste mätas på flera ställen för att säkerställa en jämn luftfördelning.

Luften ska hålla 12,7 grader när den lämnar luftkylaren. Eftersom bananerna avger värme måste luften kylas ner. Luften i lastutrymmet omsätts 90 gånger på en timme.

Styr-systemen som tagits fram i Norrköping är byggda för att hålla länge och tåla de kraftigt varierande omgivningstemperaturerna. York Marine använder temperaturgivare av typ Pt 100 från Pentronic.

Bananer "sövs ner"

- Vi har gjort tester tillsammans med Pentronic och vet att elektroniken och givarna fungerar som de ska. Den temperatur som mäts skiljer sig inte mer än 0,1 grad från det sanna värdet.

I lastrummen finns upp mot 150 givare. Under varje kylare sitter en reglervivare som mäter utblåsningstemperaturen. Det värdet styr brineflödet till kylarna. Klassningsreglerna säger att det ska finnas ytterligare en givare som enbart mäter temperaturen, och som är

oberoende av reglervivaren. Man mäter även den uppvärmda returluften från lastrummet innan den går in i kylaren igen.

Normalt finns det två kylare per lastrum, och ca 16 lastrum. Vissa länder, bland annat USA kräver också att det ska finnas ett visst antal givare utöver detta för att kontrollera att frukten hållit rätt temperatur under transporten. Detta för att eliminera risken för oönskad import av skadeinsekter.

Givarna sitter i en ca 15 meter lång ledning och sätts i frukterna vid lastningen och temperaturprotokollen kontrolleras innan fartyget får lägga till. Har det varit för varmt så att exempelvis ägg eller larver skulle ha kunnat överleva, ja då får inte lasten lossas, vilket givetvis är en katastrof för bananerna som kanske fraktats över halva jordklotet.

- Givarna utsätts verkligen för tuff och ovarsam behandling, men har visat sig hålla alldeles utmärkt, säger Anders Martinson.

Pentronics kurser

Glöm inte att anmäla dig till någon av Pentronics kurser. Mer information får du i den bilagda kursfoldern.

Nydaning ger bättre kundservice

Det visar exemplet Pentronic, som utvecklat och organiserat om hela företaget under nittioalet.

– Kapaciteten ökade mer än de högt ställda förväntningarna, berättar produktionschefen Steve Palm.

Tidigare var Pentronic ett företag som de flesta andra. Kunniga anställda, genomarbetade produkter, men med en administration på produktionsidan som lämnade en del att önska. Det var inte alltid det fanns ritningar på produkterna, särskilt inte på kundspecifika lösningar och en del av kunskapen förvaltades i form av muntlig tradition.

Förändringen bestod av två huvuddelar:

- Samtliga produkter plockades in i MPS-systemets artikelregister och ritades.

Det innebar också att Pentronics system med moduluppbyggda givare förfinades. Man gick till botten med varje konstruktion för att se vilka komponenter befintliga givare var byggda av och hur man kunde samordna olika produkter. Ett resultat av arbetet blev Pentronics katalog med vars hjälp Pentronics säljare tillsammans med kunden skraddarsyr temperaturgivare av ett antal standardiserade komponenter.

- Tillverkningen organiserades för fyra år sedan i målstyrda grupper med helhetsansvar för produkterna fram till slutkontroll.

Snabbare leveranser

– Numera lagerhålls komponenter för huvuddelen av givarna i katalogen. Vissa lager-

förda givare kan vi normalt leverera på mellan 1-3 dagar, säger Steve. Fördröjningen beror på att varje individ provas direkt före leverans för att protokollet ska vara så färskt som möjligt. Ibland behöver kunden ha givare samma dag och då gör vi vad vi kan för att pressa igenom ordern.

Det här har fram till nu främst gällt DIN form B-givare, manteltermoelement och andra givare enligt katalogen. Nu utvidgar Pentronic servicen till att gälla även DIN form D, alltså givare med helsvarvade fickor. Det har blivit möjligt genom en ytterligare satsning på svarvavdelningen. Det är här som komponenterna tillverkas och det är, tillsammans med det ackrediterade kalibreringslaboratoriet, vad som skiljer Pentronic från de allra flesta av Europas givartillverkare.

Struktureringen av underdelarna tillsammans med översynen av försäljnings- och produktionsrutinerna ger en tillförlitligare planering. Återkommande order tillverkas ofta mot prognos, vilket i sin tur ger goda möjligheter för snabbjobb med kort varsel. Andra fördelar är ökad tillverkningskapacitet och ytterligare förbättrad kvalitet samt en slutkontroll som sannolikt saknar sin motsvarighet i Europa.

I praktiken innebär det att varje temperaturgivare från Pentronic genomgår individuell kontroll och levereras med ett spårbart provningsprotokoll. När andra stolt berättar om sin batch-kontroll, alltså kontroll av ett antal givare ur varje tillverkningsbatch, kontrollerar Pentronic varje individ med spårbarhet.



Susanne Johansson hämtar ut lagerförda temperaturgivare för slutkontroll. Det är måttinsatser för DIN form B som ska levereras till kund.

– Spårbarhet betyder två saker, säger Steve. Dels är de elektriska utsignalerna jämförda med likare som är spårbara till det ackrediterade laboratoriet, dels att spårbarhet finns till använda kritiska materialsatser. Exempelvis sparas provbitarna från ankomstkontrollen av termoelementmaterial i 10 år så att förnyade prover kan göras om materialfel skulle misstänkas.

Kapacitet för stora volymer


Det här gäller inte bara standardgivarna i katalogen. Varje nyttillkommande givare, som är resultat av ett kundönskemål, förses med ett unikt artikelnummer, som gör hela ritningsunderlaget direkt åtkomligt vid nästa beställning. Är givaren allmänt användbar kan den tas in i katalogsortimentet.

– Vi har idag 13 000 artikelnummer och det tillkommer 2-3 nya varje dag, berättar Steve som inte drar sig för att beskriva Pentronic som Europas mest väl sorterade leverantör inom området temperatur.

En annan effekt av nyordningen är att Pentronic blivit mer konkurrenskraftig på stora volymer av såväl standard- som specialgivare. Visst finns det konkurrenter, men det finns troligen ingen som kan matcha Pentronic på kombinationen volym – kundanpassning – kvalitet – pris. Det visar inte minst att man på senare år fått allt fler stora order ute i världen.

– Namnet Pentronic står för en kvalitetsnivå som vi håller fast vid, säger Steve Palm.

Nyordningen har halverat den generella leveranstiden och skapat flexibilitet, vilket innebär regelmässigt utrymme för snabborder och ökad förmåga att anpassa produktionstakten till aktuella behov.

– Vi kan inte nöja oss med detta, fortsätter Steve, framtiden kräver ännu snabbare leveranser. Ökad flexibilitet och närmare samarbete med våra kunder ger goda förutsättningar för det. Alternativa produktionsmetoder måste ständigt övervägas och provas. Nydaningen har visat att vår personal är öppen för förändringar och medveten om våra framgångsfaktorer, avslutar Steve. 



Mätt över de senaste fyra åren ökade Pentronics givartillverkning med 30% säger produktionschef, Steve Palm. – I den här i lokalen finns plats för ytterligare en målstyrd tillverkningsgrupp. På vagnen syns givare för marina motorer.

"Tack för sista sidan Pentronic"

Det kom ett brev till Pentronic från konstruktören Ingemar Livbom på Sigma Benima AB i Luleå:

"Hej Pentronic, skicka er samling av teknikartiklar ur StoPextra. Sista sidan är en av de bästa informationssidor jag någonsin har sett. Texten är enkel att förstå, bilderna är mycket snygga och lätta att förstå. Informationssidorna i katalogen är också mycket bra. Om ni sammanställde dessa informationssidor skulle dom bli ett perfekt undervisningsmaterial."


Hans Wenegård, utbildningsansvarig på Pentronic tackar för uppskattningen:

-En sammanställning är precis vad vi tänker göra. Den pågående artikelserien på sista sidan är snart komplett och kommer då att samlas i ett kompendium där ytterligare exempel kan få plats. Teknikartiklar från StoPextra 5/96 finns på vår hemsida www.pentronic.se. Äldre artiklar finns samlade i ett särskilt kompendium som kan beställas med kupongen på sista sidan.

Ingemar Livbom upptäckte StoPextra som lärare på AMU och utbildningen i automatiseringsteknik. Nu är han konstruktör på Sigma Benima, ett konsultföretag som arbetar med automatiseringar och systemutveckling inom bland annat stål- och pappersindustrin. Just nu arbetar han med att installera ett styrsystem hos SSAB.

- Jag har haft stor nytta av informationen på sista sidan i StoPextra, ofta är det självklara grejer men som man inte alltid tänker på. Det är suveränt exempelvis vid projektering.

Ingemar tror att det är mycket vanligt bland konsulterna med bristande kunskaper om temperaturmätning.

- Hela serien tar upp viktiga frågor om vad man bör tänka på för att undvika eller rätta till fel som kan uppstå vid temperaturmätning. Det är inte bara att trycka in en givare och tro att displayen ska visa rätt. 



- Jag har haft stor nytta av informationen på sista sidan i StoPextra, säger Ingemar Livbom på Sigma Benima.

PRODUKT-NYTT

Laserriktmedel till processpyrometer


Heitronics processpyrometrar i KTX-serien kan även förses med laserriktmedel som underlättar fokuseringen mot bestämda mätpunkter. KTX finns i olika utföranden för tillämpningar inom pappers-, livsmedels- och gummiindustrin, samt målerier, glas-, plast- och metallindustrin.



Flödesmätare för läkemedelsindustrin

KEM har utvecklat en ny programmerbar vortex flödesmätare med Tri-Clamp flänsar specialanpassad för farmaceutisk industri. Flödesmätaren har väldigt snabb svarstid och är därför även lämplig för dynamiska mätningar.



håller CFC och i vilka mängder. Det gör det lättare att planera ett utbyte av utrustningen innan dispensen går ut. 

Dispens från freonförbud

Från och med nyår råder ett generellt förbud mot yrkesmässig hantering och användning av CFC – alltså den mest aggressiva typen av freon med stort innehåll av klor. Freoner av typen HCFC eller HFC berörs inte av förbudet.

Dispens har dock utfärdats för "stationära enhetsaggregat" med en köldmediefyllning under 900 gram. Dispensen gäller

exempelvis för vätskebad med freon som kylmedel, alltså slutna enheter där man varken kan eller får göra ingrepp. Dispensen gäller till och med december 2004.

Det kan alltså vara värt att redan nu se över och inventera vilka enheter som inne-

Rapport från Iabbet



0076 • EN 45001

Använd mer än en givare vid både låga och höga temperaturer

-Använd inte en och samma givare om du arbetar med mätområden från rumstemperatur till över 400° C.

Den rekommendationen kommer från Fredrik Arrhén, Pentronics laboratoriechef.

En Pt 100 som används i temperaturer upp till 400° C är stabil. Men använder man den även i högre temperaturer får man räkna med en viss drift.

- För att få största möjliga mätsäkerhet


över hela området bör man därför använda två givare, en för det lägre området under 400° C, och en för det högre området.

Erfarenheterna från kalibreringar vid Pentronics laboratorium visar att det inte händer så mycket med en välskött givare i lågtemperaturområdet, där kraven på mätsäkerhet ofta är högre. Den ligger stabilt år efter år.

- Däremot får man räkna med att en givare som används frekvent över 400° C driver uppåt, alltså att resistansvärdet hela

tiden ökar. Hur mycket det ökar är helt individuellt, men proportionellt över mätområdet.

Genom att ha två givare, en för varje område, kan man till viss del ha kontroll på driften genom att jämföra dem med varandra vid exempelvis 0° C.

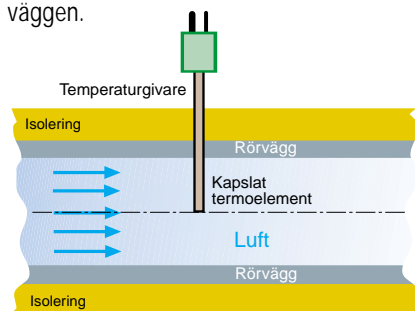
- Om förändringen är 10 milliohm har givaren ändrat sig proportionellt lika mycket upp i de höga områdena och man kan kompensera för detta. 

Dynamiska mätfel (2)

I den förra artikeln om dynamiska mätfel (StoPextra 6/99) diskuterade vi de mätfel som kan uppstå, när kapslade termoelement används för att mäta temperaturer som varierar med tiden. Vi skall nu uppskatta trögheten hos kapslade termoelement, införa begreppet tidskonstant och visa hur man kan beräkna mättelets variation med tiden.

Förutsättningar

Inledningsvis studerar vi samma mätsituation som i den förra artikeln; se figur 1. Den strömmande luftens temperatur är från början T_0 (°C). Vi antar att lufttemperaturen är konstant tvärs röret och vi bortser från värmeutbytet mellan termoelementet och rörväggen.



Figur 1. Kapslat termoelement för mätning av temperaturen i ett rör med strömmande luft, vars temperatur ökar momentant från T_0 till T_F .

Uppskattning av termoelementets tröghet

Temperaturvariationen inom olika delar av ett kapslat termoelement är vanligen liten och i många fall kan man bortse ifrån den. Se vidare föregående artikel i StoPextra 6/99,

där denna typ av fel diskuteras. Även om felet är litet bör man ändå om möjligt ansluta lödstället (sensorn) till kapseln för att minimera det fel som uppstår inom själva termoelementet. I många fall vill man dock undvika en elektriskt ledande förbindelse mellan lödställe och kapsel. En sådan konstruktion innebär emellertid att man måste acceptera denna typ av "interna" fel.

Vi antar nu att temperaturvariationen inom kapseln är liten. Denna förutsättning tillsammans med tidigare antaganden innebär att termoelementets temperatur kan beräknas med hjälp av differentialekvationen (3) nedan.

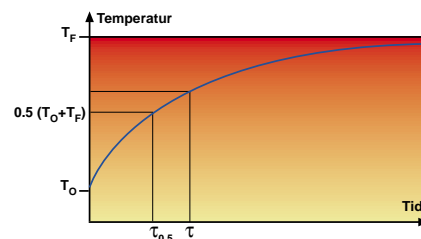
Den tid det tar för termoelementet att uppnå 63% av temperaturdifferensen ($T_F - T_0$) är ett mått - en tidskonstant - som kan användas för att bedöma termoelementets tröghet. För tidskonstanten, τ (s), gäller i detta fall

$$\tau = c_p \rho V / \alpha A \quad (1)$$

där, V (m^3) är termoelementets volym och A (m^2) termoelementets area. Termoelementet har ytterdiametern D (m), densiteten ρ (kg/m^3) och specifika värmekapaciteten c_p (Ws/kgK). Värmeövergångskoefficienten mellan luft och termoelement är α (W/m^2K). Om man vid areaberäkningen försummar termoelementets ändyta innebär detta att termoelementets längd saknar betydelse. Med denna förutsättning blir uttrycket för tidskonstanten

$$\tau = c_p \rho D / 4 \alpha \quad (2)$$

Den tid det tar för termoelementet att uppnå halva temperaturdifferensen, $0.5(T_F - T_0)$, benämns $\tau_{0.5}$. Förenmomen-



Figur 2. Principiellt temperaturförlopp vid momentan temperaturändring från T_0 till T_F .

tan temperaturändring i fluiden från T_0 till T_F gäller $\tau_{0.5} = \tau \ln 2$. Se vidare figur 2.

I tabellen visas tidskonstantens värde för några olika kapseldiametrar, strömningshastigheter och kapselmateriell. Termoelementet är dels homogent, dels rörformat med vägg tjockleken 0.3 mm. I det senare fallet måste uttrycket (1) användas för att beräkna volymen och vi beaktar endast kapselväggen vid beräkning av tidskonstanten. För beräkning av värmeövergångskoefficienten, α , har sambanden i StoPextra 6/98 använts och de fysikaliska storheterna har bestämts vid temperaturen 50 °C.

Tidskonstanten är en väsentlig parameter, när man skall bedöma hur snabba förlopp man kan mäta med ett visst kapslat termoelement. Av tabellen framgår att tidskonstanten bland annat beror av materialet, termoelementets ytterdiameter och strömningshastigheten i röret. Vidare inverkar termoelementets konstruktion.

Mättelets variation i tiden

Med de aktuella förutsättningarna kan det tidsberoende förloppet beräknas med hjälp av differentialekvationen (3) nedan. T ($^{\circ}C$) är termoelementets tidsberoende temperatur ($^{\circ}C$) och t tiden (s).

$$c_p \rho V \frac{dT}{dt} + \alpha A (T - T_F) = 0 \quad (3)$$

Fluidtemperaturen T_F kan variera med tiden, $T_F(t)$.

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

Geometri	D(m)	Hastighet (m/s)	α (W/m ² K)	ρ (kg/m ³)	c_p (Ws/kgK)	τ (s)
Aluminiumstav	0.003	4	110	2800	930	18
Stålstav	0.002	4	140	7800	460	13
	0.003	4	110	7800	460	24
	0.004	4	95	7800	460	38
Stålrör vägg tjocklek 0,3 mm	0.003	4	110	7800	460	9
	0.003	8	155	7800	460	6

Mer information!

Fyll i, klipp ut och posta kupongen till Pentronic, 590 93 Gunnebo. Telefax 0490-237 66, telefon 0490-25 85 00, e-post info@pentronic.se

Kursen "Spårbar temperaturmätning"

- 15-16 mars 2000 (Anmälan)
- 12-13 april 2000 (Anmälan)
- 10-11 maj 2000 (Anmälan)

Kursen "Mätosäkerhet & kalibrering"

- 21-23 mars 2000 (Anmälan)
- 16-18 maj 2000 (Anmälan)

Jag vill ha mer information om:

- KTX-processpyrometer
- KEM flödesmätare
- Givare för frukt
- Kalibreringsbad
- Referensgivare, Pt 100

Jag vill ha:

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

Namn
 Företag
 Adress
 Postnr Ort
 Telefon Fax