

## Rätt temperatur förvandlar metallskrot till rena mässingen



– Vi måste vara säkra på att temperaturen ligger inom vissa marginaler, säger Ronnie Emanuelsson. Bakom honom töms innehållet i en av smältugnarna över i en hållugn för gjutning av mässingämnen.

**Nordic Brass är Nordens enda producent av mässing.**

**Tillverkningen är ett kretslopp där material återvinns näst intill i det oändliga.**

**Men det kräver åtskilliga mätningar för att slutresultatet ska bli det rätta.**

Företaget är mer känt under namnet Gusums Bruk och förknippas av många i den äldre generationen med blyttlås, en produkt som började tillverkas 1931 men som numera är historia. Företaget finns kvar i Gusum i södra Östergötland och är idag inriktat på produktion av halvfabrikat i mässing.

– Vi tillverkar legeringar och produkter



Ett upphettat mässingsämne innan extrudering till profiler.

efter kundernas önskemål, berättar Ronnie Emanuelsson som är instrumenttekniker.

Mässing är en legering av koppar, zink och olika tillsatser för att skapa olika egenskaper. Materialet används till allt från vattenkranar till fordonskomponenter. Under förkromade ytor döljer sig ofta mässing, vilket är fallet med t ex handtag.

Råvaran är i huvudsak skrot i form av mässing, koppar och zink. En tredjedel är spån från kundernas bearbetning och spill från den egna produktionen.

– Kretsloppet fungerar tack vare att vi finns relativt nära våra kunder, säger Ronnie.

Nordic Brass tillverkar 25 000 ton mässing om året. Två tredjedelar är stång och profiler och en tredjedel tackor. Kunderna finns bl.a. inom VVS, el och fordonsindustri. Dessutom tillverkas 15 miljoner muttrar varje år.

Första steget i processen är att smälta skrot vid en temperatur av 1050 °C, analysera sammansättningen med spektrometer och blanda fram den önskade legeringen. Temperaturmätningen är viktig, både för att uppnå önskad kvalitet och för smältugnarnas funktion.

– Ugnarna har begränsad livslängd och byggs regelbundet upp på nytt. Vi murar in temperaturgivare för att övervaka ugnen så att driften kan stoppas innan den havererar.

Om det sker har vi 20 ton mässing i källaren, berättar Ronnie.

Den smälta metallen formas till runda ämnen med vattenkylda kokiller i en kontinuerlig gjutning. Här är det ännu viktigare med rätt temperatur. Är den för hög så blir det ingen gjutning och är den för låg fastnar metallen i kokillen.

Ämnet går sedan till pressverket för att åter värmas och pressas till den form som kunden önskar. Vanligast är runda och sexkantiga stänger, men här tillverkas även mer invecklade profiler. Tackorna gjuts i en separat linje.

### Temperatur viktigt

Därefter följer flera steg av kapning, dragning, betning, värmebehandling och polering. I hela processen är temperatur betydligt mer än ett mätvärde. Det är ett verktyg för att skräddarsy produkternas egenskaper. Mätningarna sker i huvudsak med termoelement typ K och IR-pyrometrar.

– Temperaturgivarna kontrolleras regelbundet med spårbar referensutrustning. Vi måste vara säkra på att temperaturen ligger inom vissa marginaler, berättar Ronnie Emanuelsson.

Halvfabrikaten vidarefördas sedan av industrier över hela Norden och återvänder förr eller senare till Nordic Brass, endera som spån eller som skrotade produkter. Vattenkranen i badrummet kan mycket väl vara ett kopparkoppar som passerat Gusum och förvandlats till mässing. 



Exempel på rund- och sexkantstänger för leverans.

## Här är kontrollfunktionen för högsta leveranssäkerhet

Det finns flera förklaringar till Pentronics höga leveranssäkerhet.

Tre av dem heter Annelie Appelqvist, Kristin Nilsson och Camilla Gustafsson.

Alla som ringt till Pentronics växel har pratat med en eller flera av dem. De lotsar kunderna till rätt personer inom företaget.

Men deras huvudsakliga uppgift är säkra



Säkra leveranser är huvuduppgiften för Annelie Appelqvist (t v), Kristin Nilsson och Camilla Gustafsson.

leveranser.

– Vi hanterar den dagliga orderadministrationen och följer upp att leveranserna sker på rätt dag enligt ordererkännandet, berättar Annelie Appelqvist.

Säkra leveranser är en av Pentronics paradgrenar och kunderna förväntar sig att leveranserna ska komma som utlovat. Leveranssäkerheten mäts på dag enligt första ordererkännande, när leveransen lämnar Pentronic.

Kristin Nilsson öppnar en fil i sin dator med den senaste statistiken.

– För perioden januari till och med maj var leveranssäkerheten 99 procent mätt över alla kunder, berättar hon.

Andra uppgifter är att skriva och skicka ut ordererkännanden, fakturera, upprätta exporthandlingar samt hålla prenumerantlistan uppdaterad för denna publikation, Pentronic-Nytt. Bland annat.

Annelie Appelqvist har dessutom till uppgift att svara för administrationen av Pentronics kurser, något som ökat på senare tid.

– De senaste kurserna har varit fullbelagda, berättar hon.

Den här artikeln skrevs innan semestern, beroende på att Kristin Nilsson strax därefter gick på föräldraledighet. Hennes ersättare är Camilla Gustafsson som tillsammans med Annelie Appelqvist fortsätter arbeta för att hålla leveranssäkerheten på topp. 

## Strålande nyhet från Pentronic

CI Systems är en världsledande utvecklare och tillverkare av elektro-optiska testsystem för civila och militära tillämpningar.

Pentronic är numera deras svenska representant.

– Vi har flera gemensamma kunder i Sverige, förklarar försäljningschefen Dan Augustini.

Det finns en tydlig koppling mellan Pentronic och CI System. Kopplingen heter temperatur, men det israeliska företaget angriper ämnet från andra hållet.

– Basen för deras system är svartkroppsstrålare, förklarar Dan.

Svartkroppar avger strålning inom förutbestämda våglängdsområden och används bland annat för att kalibrera pyrometrar. CI Systems versioner har betydligt större yta än sådana som används för temperaturkalibrering.

CI System levererar både komponenter och kompletta testsystem inklusive analysprogramvara.

Testmetodiken blir aktuell

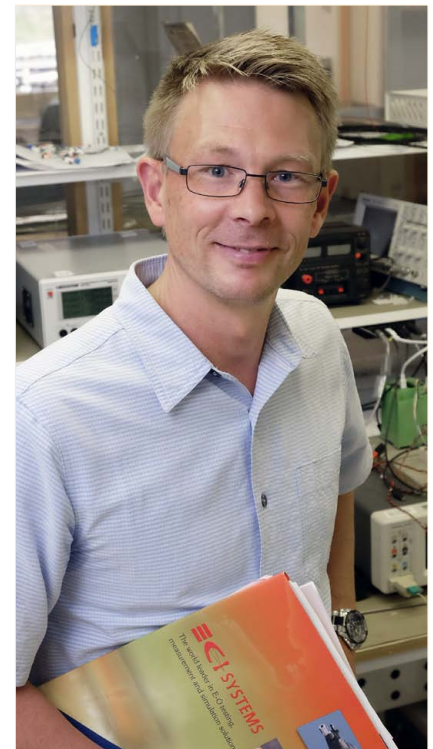
inom allt fler områden när användningen av olika typer av sensorer ökar i fordon, obemannat flyg och för kontroller i produktion.

CI-systems testsystem används för utveckling och kontroll av en stor mängd produkter och applikationer. Följande är de viktigaste: Kikarsikten, mörkersikten, laseravståndsmätare, observationssystem, värmekameror, elektro-optiska sensorer, signaturanalys och kamouflage, system för missilvarning och simulering av missilsignaturer.

Utrustning finns för laboratorier, för kontroll in-line i produktion och för provning i fält, från UV till långvågig IR.

– CI Systems har haft en representant i Sverige, men det har inte funnits någon teknisk support och service i landet.

Det är vad Pentronic tillför, säger Dan Augustini. 



– Med Pentronic som representant får CI Systems svenska kunder närmare till teknisk support och service, säger Dan Augustini. Exempel på testutrustning från CI Systems. Basen är svartkroppsstrålare som spänner från UV till långvågig IR.

# Hur fungerar globtermometern?

**FRÅGA:** För att mäta temperaturen i vår verkstad använder VVS-firman både en strålnings-skyddad termometer och en globtermometer. Varför? Hur fungerar globtermometern?

Åke J

**SVAR:** Den strålningskyddade termometern mäter enbart lufttemperaturen. Med globtermometern – se figur 1 – tar man hänsyn till dels lufttemperaturen dels strålningen från varma eller kalla ytor och föremål i verkstaden. Vid stationära förhållanden bestäms den uppmätta temperaturen av balansen mellan strålningen från globen till omgivningen och konvektionen från luften till globen eller tvärt om. I en dragfri miljö mäter man en form av ”operativ temperatur”, som ur komfortsynpunkt ger en bättre information än enbart lufttemperaturen.

Om man till exempel mäter temperaturen i en lokal där väggarna är kallare än luften kommer globtermometern att visa en temperatur som är något lägre än lufttemperaturen. Om mätningen sker i en lokal som innehåller varma ugnar kommer globtermometern att visa en temperatur som är högre än lufttemperaturen. [Ref 1]

Globtermometern består av ett svart ihåligt luftfyllt metallklot med en ytterdiameter på 50–150 mm. Väggarna är tunna och består av ett material med mycket hög värmekonduktivitet, till exempel en kopparlegering. Klotet sitter på ett skaft och i centrum av klotet finns en temperatursensor, som idag är ett termoelement eller en Pt100-givare. Om temperaturen hos luften, väggar och föremål i klotets omgivning varierar kommer också värmeflödet genom konvektion och strålningen till olika delar av klotet att variera. Temperaturen över klotets yta kommer däremot inte att variera speciellt mycket, eftersom klotväggens värmekonduktivitet är mycket hög, vilket utjämnar väggtemperaturen. Man mäter därför en medeltemperatur.

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

**FRÅGA?  
SVAR!**

Värmetransporten från klotets innervägg till sensorn sker huvudsakligen genom konvektion och strålning. Värmeöverföringen mellan väggen och sensorn är inte speciellt effektiv, vilket gör att responstiden blir lång. Om klotväggens temperatur är konstant kommer sensorn så småningom att mäta dess temperatur – globtemperaturen. Om lufttemperaturen och temperaturen i omgivningen varierar med tiden kommer globtermometern att mäta ett tidsmedelvärde.

Rumsluftens hastighet påverkar värmeövergångskoefficienten och därmed både klottemperaturen och responstiden. Om luft-hastigheten ökar kommer såväl responstiden som differensen mellan lufttemperaturen och klottemperaturen att minska. Lufthastigheten påverkar också hur en person upplever komforten i lokalen, eftersom värmetransporten från kroppen till omgivningen ökar med lufthastigheten. [Ref 2]

Globtemperaturen visar endast samspelet mellan konvektion och strålning i lokalen. För att göra en ännu bättre bedömning av komforten i en lokal kan man använda begreppet ”ekvivalent temperatur”. Man tar då bland annat hänsyn till hur en person upplever inverkan av lufttemperatur, strålning och lufthastighet. Luftfuktigheten samt personens aktivitet och klädsel är ytterligare parametrar som inverkar.

Har du synpunkter eller frågor kontakta professor Dan Loyd på LiU, på dan.loyd@liu.se



Exempel på en globtermometer (50 mm), här med ett termoelement instuckat till globens centrum. Globtermometern monteras fritt i luften.

[Ref 1] Se vidare [www.pentronic.se](http://www.pentronic.se) > Nyheter > Teknikartiklar > Repetitionskurs i värmeöverföring > Strålning vid rumstemperatur. (1999-5 sid 4)

[Ref 2] Se vidare [www.pentronic.se](http://www.pentronic.se) > Nyheter > Teknikartiklar > Exempel på värmeöverföring > Sänker bordsfläkten rumstemperaturen? (2010-4 sid 3)

## PRODUKT-INFO

Produktinformationen finns även på [www.pentronic.se](http://www.pentronic.se)

### Helt ny 20-kanals temperaturlogger

Nya loggern DATAPAQ TP3 för värmebehandling, färghärdning, och keramiska processer erbjuder fler mätkanaler och anslutningsmöjligheter än tidigare instrument. Den är lätt att använda för sin uppgift att mäta temperatur och temperaturprofiler i ugnar för hög temperatur. Noggrannheten  $\pm 0,3$  °C gör att den nya loggern överträffar de strängaste kraven i standarderna AMS 2750E och CQI-9. Nyheterna är:

- Nya kraftigare värmebarriärer
- Kompletta datakommunikation inklusive bluetooth
- Fullt certifierad TUS (Temperature Uniformity Survey) för AMS 2750E och CQI-9
- Integrerade korrigerings- och kalibreringsfunktioner
- Ingångar för de vanligaste termoelementtyperna



Nya DataPac TP3 med olika batterialternativ.

# Investering för ökad kapacitet

En femaxlig CNC-styrd svarv för små detaljer.

Det är Pentronics senaste investering för att öka kapaciteten och därmed klara av den ökade efterfrågan från våra kunder.

– Investeringen skapar utrymme i våra större svarvar och ger oss därmed bättre utnyttjande av vår maskinpark, säger VD Rikard Larsson.

Pentronic skiljer sig från flertalet producenter av temperaturgivare genom egen tillverkning av underdetaljer. Det ger större flexibilitet och möjligheter att snabbt tillverka specialprodukter.

Många av underdetaljerna är små och tillverkningen belägger idag även de större svarvarna som behövs för stora och mer komplexa produkter. Ytterligare en svarv för mindre detaljer betyder att mer kan produceras med fortsatt hög leveranssäkerhet.



Jonas Waldenstål packar upp den nya svarven.

# Standarder för temperaturgivare och wake-analys

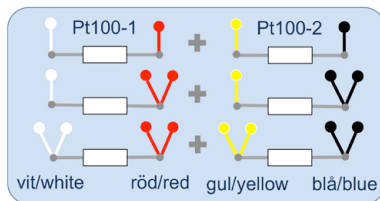
Det finns många standarder för temperaturmätning. En del gäller givarnas elektriska data, andra konstruktionen. Dessutom finns standardiserade metoder för branschspecifika företeelser som högtemperaturmätningar inom stålframställning eller wake-analys och en lång rad andra standarder. Här tar vi upp några.

Elektriska data för Pt100 finns standardiserade i IEC 60751 (2008), där IEC står för International Electrotechnical Commission, dvs en internationell standard. Den avser temperatur som funktion av resistans, toleransgränser för avvikelser i resistanselementen respektive färdigbyggda temperaturgivare, med hänsyn till typ av resistor; trådlindad eller av filmtyp. Se tabellen i figur 1. Vidare föreskrivs standarden identifiering av enkla och dubbla resistorer via anslutningskablers färger på ledarna. Se figur 2. Standarden ger också råd om provningsmetoder för att verifiera att temperaturgivaren håller sin specifikation.

För termoelement gäller IEC 60584 (2013) som också innehåller elektriska data om förhållandet temperatur som funktion av termospänning och omvänt. Gällande toleranser presenteras liksom vilka intervall som avses för respektive termoelementtyp, för närvarande 10 stycken. Identifiering av termoelementtyp är beskriven för termoelementtråd, anslutningsledning och kompensationskablar i mån av förekomst. Se figur 3.

## Konstruera efter mätuppgiften

För utföranden anses ingen standardisering behövas i EU-länderna. Undantaget är Tyskland med sin omfattande kemiska industri där snarlika rör och kärl möjliggör standardisering av former och mått på givare och skyddsror. Därför finns DIN 43772 (2000) i Tyskland, trots att givare och skyddsror i så långt det går bör dimensioneras efter sin mätuppgift. Många gånger är mät noggrannhet i motsatsförhållande



Figur 2. IEC 60751 (2008) föreskriver bildens färgmärkning för Pt100-givares anslutningsledningar. Enkla Pt100 enligt vänstra kolumnen med rött och vitt på var sida om resistorn. Med dubbla Pt100 i samma kapsling ska då resistor 2 omges av gul och svart (grå) färg på tilledarna.

till t ex hållfasthet. Den som bygger utrustningar för tyska marknaden blir naturligtvis hänvisad att följa DIN-standarderna.

## Wake-analys

En amerikansk standard ASME PTC 19.3 TW (2010) beskriver en metod att beräkna von Karmann-svängningar som påverkar infästa dykfickor i rörbundna flöden. Det som kan hända är om den så kallade wake-effektens (sv. kölvatten) svängningsfrekvens kommer i närheten av dykfickans egenfrekvens och på så sätt sätter fickan i kraftiga svängningar som får den att gå sönder eller lossna från sin infästning. Wake-svängningar kan vara till nytta också. Vortex-flödesmätare utnyttjar flödets svängningspåverkan som grund för sin flödesmätning.

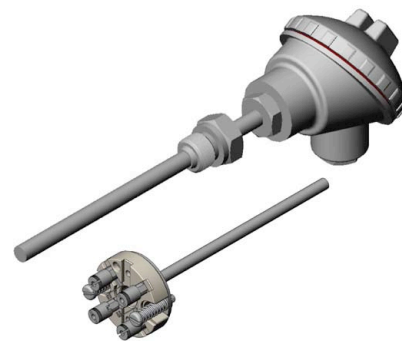
Standarden ASME PTC 19.3 TW har beräkningsprogram för olika grundtyper av dykfickor



Figur 3. IEC 60584 (2013) innehåller 10 olika termoelementtyper som identifieras med färger där så är möjligt. \*) Typerna C (WRe5-WRe26) och A (WRe5-WRe20) har tagits upp i standarden men färgkoder är såvitt känt inte fastställda ännu. Koden för typ C i figuren är den som anges i defacto-standarderna.

framställda av stångmaterial. Därbland märks fickor insvetsade, gångade eller via fläns fästade i kärnvägg samt formerna rak, konisk och diameterreducering i två steg. Kunden behöver bara lämna mått-, material- och formuppgifter om dykfickan samt gällande mätmiljödata så räknar ett program ut de störande svängningsfrekvenserna och anger om de ligger inom säkra nivåer i förhållande till egenfrekvensen hos dykfickan.

Pentronic erbjuder wake-analys som en tilläggstjänst.



Figur 4. DIN 43772 (2000) beskriver olika uppbyggnadssätt för givare som ska mäta i rör och kärl. Här är en modifierad "form 2" (tidigare form B) med kort hals och utbyttbar Ø 6 mm mätinsats. Yttre skyddsroret har diameter 10 mm med eliminerat luftgap vid värmeöverföringen till mätinsatsen.



Figur 5. En dykfickas fria del fram till mätspetsen har en resonansfrekvens, ibland flera. Wake-frekvensen av flödet påverkar givaren med svängningstal som beror av konstruktionen, materialet och mätmiljön. Standarden ASME PTC 19.3 TW (2010) beskriver en metod att konstatera om wake-frekvensen är tillräckligt låg för att inte sätta igång förstörande resonanseffekter.

Har du synpunkter eller frågor kontakta Hans Wenegård: [hans.wenegard@pentronic.se](mailto:hans.wenegard@pentronic.se)

Toleransklasser för Pt-resistorer				Toleransklasser för kompletta Pt-givare			Gemensamt toleransvärde för temperaturen T [°C]
Trådlindad (W)		Filmtyp (F)		Toleransklass	Temperaturområde [°C]		
Toleransklass	Temperaturområde [°C]	Toleransklass	Temperaturområde [°C]		Trådlindad (W)	Filmtyp (F)	
W 0.1	-100 – 350	F 0.1	0 – 150	AA	-50 – 250	0 – 150	± (0.1 + 0.0017· T )
W 0.15	-100 – 450	F 0.15	-30 – 300	A	-100 – 450	-30 – 300	± (0.15 + 0.002· T )
W 0.3	-196 – 660	F 0.3	-50 – 500	B	-196 – 600	-50 – 500	± (0.3 + 0.005· T )
W 0.6	-196 – 660	F 0.6	-50 – 600	C	-196 – 600	-50 – 600	± (0.6 + 0.01· T )

Figur 1. IEC 60751 (2008) har anpassat standarden till verklighetens Pt100 mätelemt och färdigtillverade Pt100-givare.

## Aktuella temperaturkurser

### ST1

11-12 november i Västervik

### ST2

20-22 oktober i Västervik

Se [www.pentronic.se](http://www.pentronic.se) > Tjänster > Utbildning – kurser för senaste information om kurstillfällen. Kontakta oss om temperaturkurs på ditt företag.

## Pentronics produktprogram

- Temperaturgivare • Temperaturtransmittorer
- Temperaturindikatorer • Kablar - kontakter - paneler
- Handhållna temperaturmätare • IR-pyrometrar
- Reglerutrustning • Dataloggrar och skrivare
- Kalibreringstjänster & -utrustning • Flödesmätare
- Utbildningar i temperaturmätning & -kalibrering
- Fukthalts- & tjockleksmätare • GFM Glasflödesmätare
- Elektro-optiska testsystem



SE-590 93 Gunnebo, Sweden  
Fax. +46 490-237 66, Tel. +46 490-25 85 00  
[info@pentronic.se](mailto:info@pentronic.se), [www.pentronic.se](http://www.pentronic.se)