

# STOP EXTRA

Pentronic AB, 590 93 Gunnebo, telefon 0490-25 85 00, fax 0490-237 66, internet [www.pentronic.se](http://www.pentronic.se), e-post [info@pentronic.se](mailto:info@pentronic.se)

Pentronic har gjort sin längsta leverans någonsin.

Det handlar om 26 kilometer manteltermoelement till Äspölaboratoriet utanför Oskarshamn, där man forskar om framtidens slutförvaring av använt kärnbränsle.

Laboratoriet består av en 3,6 kilometer lång tunnel ned till en nivå 460 meter under marken. Det drivs av Svensk Kärnbränsleförsörjning (SKB) och är ett samarbetsprojekt mellan sju länder.

Det finns inget slutförvar av högaktivt kärnavfall någonstans i världen. På andra håll satsar man på uppärbetning, men den svenska metoden är att begrava avfallet så säkert att det inte kommer i kontakt med människor, djur och natur på minst 100 000 år.

– Vi måste vara helt säkra på att det fungerar och därför läggs stora resurser på forskning, berättar Jenny Hamilton som är informatör på anläggningen.

I korthet ser metoden ut så här: Bränslestavarna placeras i en insats av segjärn som i sin tur innesluts i en kopparkapsel. Kapseln sänks ned i ett hål i urberget flera hundra meter under marknivån. Hålet är klätt med bentonitlera, ett material som används i bl a skönhetsmedel och kattsand för sin vätskeabsorberande förmåga. Leran sväller av fukt och fixerar kapseln. När leran är mättad blir den vattenavstötande och skyddar sitt farliga innehåll. Därefter föreglas bergsrummet där bränslet förvaras och gruvgångarna återfylls.

## Kapslarna är varma

Plutonium och andra högaktiva ämnen finns i naturen och har framgångsrikt kapslats in genom årmiljonerna. SKB imiterar naturens mest framgångsrika metoder.

Nu pågår en lång rad experiment för att verifiera att metoden fungerar i mänskligt utförande. Man simulerar ett riktigt slutförvar, med den skillnaden att elvärmare ersätter riktigt avfall i kapslarna.

– Det radioaktiva sönderfallet skapar värme. Det handlar om 1800 watt per kapsel, vilket ger en ytemperatur på cirka 90°C, berättar instrumentingenjören Thomas Karlsson.

Värmen påverkar omgivningen och därför är det viktigt att veta hur den sprider sig genom de olika skikt som omger avfallet. Vilket i sin tur kräver omfattande mätningar och 26 kilometer manteltermoelement.

– Vi använder termoelement typ K med en specialmantel av en koppar-nickellegering för att öka livslängd och hållbarhet, berättar Thomas.

I september sänktes den första provkapseln ned i sitt hål, omgiven av givare för

## 26 kilometer termoelement håller koll på kärnavfallet



I sådana här gropar ska avfallet förvaras. Här syns Sten Johansson, Jenny Hamilton och Thomas Karlsson vid ett av provhålen.

temperatur, fukt och tryck. Därefter ska hela gruvgången fyllas med kapslar. Den yttre delen av gruvgången ska öppnas och undersökas efter 5-7 år, den inre delen får stå i 20 år.

All mätutrustning som används är spårbart kalibrerad.

– Vi kan inte komma efter 20 år och säga hoppsan, vi mätte fel, säger Sten Johansson som är konsult på instrumentsidan.

## Liv utan syre


Om 20 år ska gruvgången öppnas och kapslarna lyftas upp igen. Forskarna vill med egna ögon se hur kapslarna klarar tillvaron i underjorden. Dessutom ska man utveckla metoder för att tömma ett slutförvar, t ex för att det utvecklats nya och bättre metoder.

I underjorden studeras alla typer av fenomen som kan påverka skyddsbarriärerna. Det är vattenströmmar, sprickbildningar, hur olika ämnen transporteras i berg, hur berggrunden rör sig och så vidare.

Forskningen har fått en oväntad utlöpare i biologin. Djupt under marken har man upptäckt okända mikroorganismer och bak-

terier som inte behöver syre, utan lever av svavel och andra ämnen. Vissa organismer går på växeldiet och förbrukar syre när det erbjuds. Dessa små kryp kan visa sig mycket värdefulla, eftersom de förökar sig snabbt och förbrukar allt syre i ett tillslutet slutförvar på bara några veckor.

Det svenska slutförvaret börjar byggas om tio år. Platsen bestäms efter fördjupade undersökningar på flera håll i landet. 2015 är det tänkt att det första avfallet ska placeras i slutförvaret.

Det första svenska kärnkraftverket startade 1972 och fram till idag har det producerats 3 500 ton högaktivt avfall, som mellanlagras i CLAB vid Oskarshamns kärnkraftverk. 

## Vårens kurser till höstens priser

Boka innan årets utgång till 2001 års priser.

Se kupongen på sidan 4.

# Ny fabrik för snabb expansion

Pentronic flyttar delar av sin verksamhet till nybyggda lokaler i Västervik.

- Några av våra kunder har expansionsplaner och då måste vi ha resurser att sätta in, säger Pentronics vd Lars Persson.

Redan idag är det trångt i lokalerna och svaravdelningen får snart inte plats. Istället för att bygga till vad som behövs, väljer Pentronic att satsa rejält på en gång. Man blir den första och största hyresgästen i ett nytt industrihotell i Västervik.

- Lokalerna är på 1500 kvadratmeter och är specialritade för våra behov, säger Lars.

Inflyttning beräknas ske under våren och sommaren. Först in blir svaravdelningen som har störst behov av större lokaler. Det är också svaravdelningen som är en av nycklarna till Pentronics unika förmåga att specialtillverka temperaturgivare.

## Mer kontroll

- Vår stora produkt är OEM-givare som är specialutvecklade för en viss produkt, t ex en gasturbin, förpackningsmaskin eller dieselmotor. Här fungerar inte standardgivare, förklarar Lars.

Idag sker en del av givartillverkningen i en filial i Västervik. Den verksamheten ska flyttas över till den nya fabriken. Totalt sett ökar lokalerna med 1000 kvadratmeter.

Flytten innebär att ytor frigörs vid huvud-

fabriken i Verkeback. Dessa behövs för att utvidga laboratoriet och förstärka verksamheten med dokumentation och provning.

Beslutet om utbyggnad fattades mitt i brinnande krig i Afghanistan. Samtidigt som världsekonomin går ned i varv och olycks-korporna tävlar om vem som kan kraxa högst. Men Lars Persson tycker inte att beslutet är särskilt våghalsigt.

- På kort sikt påverkas även Pentronic. Men på längre sikt vet vi att behovet ökar av kvalificerad temperaturmätning, säger han.



- I första hand är det svaravdelningen som behöver större lokaler. För att bereda mark för en snabb expansion bygger vi ny fabrik, säger Pentronics vd Lars Persson.

## Växande export

Han har historiskt stöd för den uppfattningen. Pentronic växte varje år under 1990-talet, trots en kris som sades vara den värsta på 60 år. Erfarenheten säger också att det gäller att vara förberedd när kunderna en dag kräver större leveranser. Det duger inte att be dem vänta i sex månader så att den nya fabriken hinner bli färdig.

- Vi vet vad våra kunder har på gång och har valt att förbereda oss för en snabb expansion, säger Lars Persson.

Pentronic är en av världens ledande tillverkare av temperaturgivare. Mycket av tillväxten sker på export och Kina är exempel på en snabbt växande marknad. Det lönar sig med bra temperaturgivare även i lågkostnads-länder. 


## Armstark givarbyggare

Patrik Lindqvist är en armstark styrkelyftare. Därtill synnerligen omsorgsfull både i träningslokalen och på jobbet hos Pentronic.

Därför var det han som fick uppdraget att hantera och tillverka Pentronics längsta givarorder, som vi berättar mer om på förstasidan. Det handlade om totalt 26 kilometer

manteltermoelement i längder upp till 140 meter.

Den här typen av givare är sällsynta och det finns inga möjligheter att automatisera produktionen. Dessutom är så långa givare synnerligen tunga och kräver en armstark person för att hantera.

Patrik är synnerligen träningsvillig och vi förmodar att han såg det här som en chans till annorlunda träning. 

Patrik Lindqvist efter väl förrättat träningspass på arbetet med rekordlånga manteltermoelement.



## Högkonjunktur för utbildning

I år har det varit kö till Pentronics kurser i temperaturmätning.

- Bara under hösten har vi genomfört sex fullbelagda kurser plus tre företagsförlagda utbildningar, berättar den kursansvarige Hans Wenegård.

Pentronics utbildningar firar i år tioårsjubileum. Verksamheten har vuxit med åren och nu är det en bra bit över 1000 personer som gått de olika kurserna. Bara under detta år har 150 personer fått diplom för genomgången utbildning.

En erfarenhet är att efterfrågan är om-


vänt propoportionell mot konjunktoren. När hjulen snurrar för fullt är det få som har tid för utbildning. Dessutom ändras sammansättningen på eleverna.

## Skickas till Pentronic för utbildning

När det gick upp för Pentronic hur viktig "Spårbar Temperaturmätning" är, beslutade man inför hösten att lägga om hela utbildningsprogrammet. En planerad fortsättningskurs fick vänta och en kalibreringsutbildning lades i malpåse. Kvar blev sex kurstillfällen för "Spårbar Temperaturmätning".

- Alla kurser har varit fullbelagda, säger Hans som ser att även nästa års kurser börjar att fyllas.

"Spårbar Temperaturmätning" erbjuds även i Norge. Det är en utbildning anpassad efter norska förhållanden där industrin har en annan inriktning med processindustrier av olika slag och oljeutvinning. Där heter kursen "Temperaturskolen" och ordnas av Pentronics dotterbolag Teck Instrument.

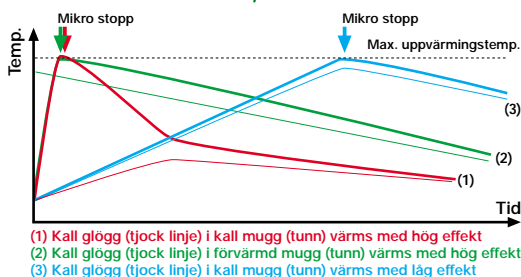
- Inriktningen är densamma i den norska kursen som i den svenska. Det är saklig och neutral kunskap som är tillämplig även vid mätningar av andra storheter, säger Hans som berättar att hela den digra kursdokumentationen håller på att översättas till norska. 

# Konsten att värma glögg i mikron

**FRÅGA:** Förra julen värmdes jag glögg i mikrovågsugnen. Mikron stod på full effekt. När jag smakade ur min mugg direkt efter uppvärmningen var glöggen tillräckligt varm. Den svalnade dock relativt snabbt, så gästerna undrade om det var fel på ugnen. Hur gör jag för att behålla temperaturen?  
K Agaton



God Jul & Gott Nytt År  
önskar vi på Pentronic



Ovanstående svar kommer från StoPextras medarbetare professor Dan Loyd vid Linköpings Tekniska Högskola. Har du synpunkter eller frågor kontakta Dan Loyd på e-post: [danlo@ikp.liu.se](mailto:danlo@ikp.liu.se)

## De frågor som vi tar upp här skall ha allmänt mättekniskt och/eller värmtekniskt intresse. **FRÅGA? SVAR!**

**SVAR:** Den troligaste orsaken till den ljumma glöggen är den värmeavgivning som har skett från glöggen till muggen och till den omgivande luften. Mikrovågorna värmer endast glöggen och inte materialet i muggen. Glöggen värmer muggen som avger värme till omgivningen. Värme avges också från den fria vätskeytan direkt till omgivningen, vilket kyler glöggen ytterligare. Glöggen svalnar tills man har fått en temperaturutjämning. Se principdiagrammet, kurvpar 1.

Ett sätt att undvika ljummen glögg är att förvärma muggarna med t ex. varmt vatten innan glöggen fylls på och värms. (Kurvpar 2). Glöm inte att tömma ur vattnet först! Ett annat sätt är att värma glöggen långsamt varvid större delen av temperaturutjämningen mellan glögg och mugg sker under själva uppvärmningsförloppet. (Kurvpar 3). En del glöggspecialister anser emellertid att detta påverkar glöggkvaliteten negativt. Man kan också i samtliga fall förse muggarna med lock för att minska inverkan av förångningen.

En möjlighet vore att snabbt värma glöggen långt över serveringstemperaturen för att få en lagom temperatur efter utjämningen. Denna metod kan verkligen inte rekommenderas - alkohol kokar nämligen vid 78°C! (Självfallet gäller inte restriktionen alkoholfri glögg).

## PRODUKT-NYTT

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



### Ny kompensation och inbyggd laser

Heitronics fortsätter sitt enäragna arbete med att undanröja den beröringsfria temperaturmätningens nackdelar.

Det senaste verktyget är justering av emissionsfaktorn, som tar hänsyn till inverkan av reflexion och transmission samt omgivande temperatur. Funktionen finns i den nya pyrometern KT19 II.

Värmestrålning består av tre komponenter, reflexion och transmission samt emissionen som är mätobjektets egen temperatur. Reflexion och transmission är ovidkommande information som måste sorteras bort för att mätningen inte ska bli missvisande. De flesta pyrometrar har justerbar emissionsfaktor. Genom att skilja ut transmission och reflexion kan Heitronics minska mätosäkerheten.

En annan nyhet är möjligheten till exceptionellt snabba mätningar, ned till 5 millisekunder. Vidare levereras KT19 II med ett lasersikte med lika stor målyta som pyrometerns egen målyta. Ett ovärderligt verktyg eftersom målytan förstöras med avståndet till mätobjektet.

Ett arv från föregångaren är den avancerade filtertekniken. Det finns filter för 19 standardiserade våglängdsområden, för temperaturer från -50°C till 3000°C och för mätning på en lång rad ämnen och material, t ex plastfolie, glas, metall och olika gaser. Dessutom kan Heitronics ta fram specialfilter. KT19 II finns även i en forskningsversion med utbytbara filter, vilket kräver omprogrammering av pyrometern vid filterbyte.

meter från själva mätaren och har i sin tur datakommunikation. En programvara för loggning och styrning med persondator medföljer.



## Skarpa verktyg mot temperaturfusk

– Det är glädjande att så många miljökontor inser vikten av spårbar kalibrering under ackreditering.

Det säger Pentronics laboratoriechef Lars Grönlund med anledning av att landets kommuner i höst varit ovanligt flitiga med att skicka in sin utrustning för kalibrering.

Pentronic har sålt kalibrerade mätpaket till ett stort antal kommunala miljökontor. Det är en indikator och två givare som används för att kontrollera utrustning för varmhållning, kylning och frysning i butiker och restauranger. Utrustningen var vid leverans spårbart kalibrerad i fyra temperaturer; -18, 0, +8 och 60°C. Punkterna överensstämmer med gränsvärden i livsmedelslagen.

Bibehållen spårbarhet kräver regelbunden omkalibrering. I år är det ovanligt många kommuner som skickat in sina utrustningar. Resultatet är att tillsynsmyndigheterna har skarpa verktyg i kampen mot temperaturfuskare.



## Rörkonst för massflöde

Om man visade Küppers nya massflödesmätare för en oinformerad publik, skulle de flesta gissa att det var något helt annat. En katalysator, en antenn eller ett litet konstverk av en överentusiastisk rökrökare.

Det blir så när funktionen är det viktiga och utseendet följer därav. Resultatet i detta fall är en synnerligen noggrann massflödesmätare. Den mäter alltså massa per tidsenhet, inte volym, vilket är av större intresse i många applikationer. Mätaren finns i fyra storlekar, från 1,5 till 3000 kg per timme. Den är särskilt lämpad för aggressiva och kontaminerade ämnen och produkter, t ex färg och gaser med hög densitet.

Max temperatur på mediet är 200°C och högsta tryck 200 bar. Mätaren har synnerligen bra linjäritet även vid små flöden. Redan vid ett flöde som är 20 procent av kapaciteten är linjäriteten ±0,5 procent.

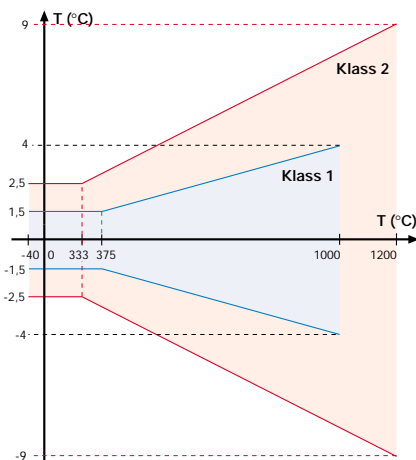
Massflödesmätaren arbetar med corioliseffekten. Till själva mätaren, som har standardiserade röranslutningar, hör en transmitter. Den kan sitta upp till 100

# Felkällor för termoelement typ K

## (1) Översikt

Sedan decennier är typ K det vanligaste industriella termoelementet. Typen har blivit väl utprovad och felkällorna kartlagda. Vi beskriver här summariskt de största feltyperna. Med kunskap om dessa undviker man de största mätfelen. I kommande artiklar följer vi upp felkällorna och anger om och hur man kan undvika dem.

Termoelement K har använts sedan första halvan på förra seklet. Skänklarna består huvudsakligen av nickel-krom respektive nickel-aluminium varav benämningen NiCr/NiAl som förekommer ibland. En förfinad variant med varunamnet Chromel-Alumel möjliggjorde toleransklass 1.



Toleranser för termoelement typ K enligt IEC 584-2, (°C). Klass 1: Störst av 1,5 eller 0,004 x t. Klass 2: Störst av 2,5 eller 0,0075 x t.

Termoelement typ K är standardiserat i IEC 584-2, senast 1995, och har toleransklasserna 1 och 2. Se diagrammet. Äldre industriella mätfelsuppskattningar tar ibland upp endast standardens toleranssiffror. Det är naturligtvis inte hela sanningen för man ska veta att toleransgränserna endast gäller nytt termoelementmaterial som inte utsatts för högre temperaturer eller olämplig miljö. Därför presenterar vi en mätfelsguide för

termoelement typ K, som tar upp de vanligaste och största felkällorna. Se tabellen rad 1 - 7.

Termoelementet är ingen punktförmig givare utan mäter temperaturskillnader, som ackumuleras utefter hela längden från mätpunkt till referenspunkt. Detta innebär att förändringar i seebeckkoefficienten utefter trådarnas längd kan medföra falsk utsignal. Ett idealt termoelement ska bestå av ämnesmässigt homogena trådar, speciellt där stora temperaturskillnader förväntas. (Rad 2)

### Stålmantel ingen garanti

Åldringsfenomen innebär att utsignalen förändras med användningstiden speciellt vid högre temperaturer. Det kan vara ämnen i mätmiljön eller föroreningar inom termoelementet som reagerar med trådarnas innehåll och därmed förändrar värdet på känsligheten, seebeckkoefficienten, som mäts i  $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ . Vakuummiljö kan ge dessa förändringar redan vid lägre temperaturer. Man kan exempelvis tro att stålmantlade termoelement är helt förseglade mot omgivningen, men uppåt 1000°C fungerar manteln faktiskt inte bättre än ett säll för de ämnen i mätmiljön som är benägna att reagera med termoelementtrådarna. (Rad 3)

De oädla termoelementen uppvisar ett hystereseffekt som kallas SRO-hysteres i brist på bättre namn. För typ K gäller att en

hysteres på 2-5°C uppstår inom intervallet 200-600°C om termoelementet cyklas från rumstemperatur till drygt 600°C och sedan avkyls relativt snabbt. Det räcker med att utsätta ett oanvänt typ K termoelement för 450°C i fem minuter för att seebeckkoefficienten ska öka 0,3  $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ , vilket ger ett fel på ca 0,75% av mätvärdet. (Rad 4)

### 100 grader fel

Grönrota är en oxidation som drabbar typ K och E vid hög temperatur (850-1050°C) förutsatt att mätmiljön samtidigt konsumerar syre tills en viss låg nivå återstår. Kromet i den positiva skänkeln (chromel) oxideras kraftigt och då oxidationen är fullgången över trådens diameter har seebeckkoefficienten ändrats dramatiskt på det utsatta stället. Resultatet kan bli felvisning på över 100°C. (Rad 5)

Termoelementets referenspunkt är normalt beläget vid ingången till temperaturindikatorn, loggern eller mätvärdesomvandlaren. Instrumentet ser skillnadssignalen mellan mätpunkt och referensställe. Osäkerheten i kompenseringen av referensställets temperatur påverkar mätvärdet. Beroende på teknik- och komponentval blir osäkerheten varierande och kan variera från 0,01 till 0,1°C per grads avvikelse från rumstemperatur. (Rad 6).

Lokalisering av givarinstallationen och dess utförande påverkar också mätfelet i väsentlig grad men kan oftast inte knytas till vald termoelementtyp. För att inte glömma bort denna stora mätosäkerhetskälla är den medtagen i översikten. (Rad 7)

Rad nr	Felkälla avseende termoelement typ K	Avvikelse max temperatur (°C)		
		<200 °C	<600°C	<1200°C
1	Tolerans, IEC 584 klass 2	± 2,5	±4,5	±9
2	Homogenitet	≤ 0,1	0,1 - 1	2 - 6
3	Åldring	≤ 0,1	< 2	1 - 50
4	SRO-hysteres	-	2 - 5	2 - 5
5	Grönrota	-	-	10 - 100
6	Referensstället	0,3 - 3	0,3 - 3	0,3 - 3
7	Installation	0,1 - 5	1 - 10	2 - 20

Mätfel som kan drabba termoelement typ K inom olika temperaturintervall. Felens storlek är relativt grova uppskattningar, men kan dock utgöra grund för var de största felkällorna bör sökas i en installation.

### Mer information!

Fyll i, klipp ut och posta kupongen till Pentronic, 590 93 Gunnebo.  
Fax. 0490-237 66, Telefon 0490-25 85 00, E-post: info@pentronic.se

#### Kursen "Spårbar temperaturmätning"

Kryssa i anmälan till önskad kurs.

- 6-7 mars 2002  
 10-11 april 2002  
 15-16 maj 2002

Boka innan årets utgång till 2001 års priser

#### Jag vill ha mer information om:

- Kalibreringsutrustning (badugnar, instrument)  
 Ackrediterad kalibrering (nu även IR-pyrometrar och blockkalibratorer)  
 IR-mätare KT 19 II  
 Massflödesmätare

#### Jag vill ha:

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

Namn .....  
Företag .....  
Adress .....  
Postnr ..... Ort .....  
Telefon ..... Fax .....

E-post .....  
Övrigt .....