

## Bättre mätning kan sänka kostnaderna med 20 procent



Daniel Sjögren är en av Pentronics konstruktörer. Här synar han slutresultatet av sitt arbete.

En av Pentronics huvudprodukter är effektivare energianvändning. Det har aldrig varit mer angeläget än idag, när Tyskland beslutat avveckla kärnkraften och världen är inställd på en framtid utan fossila bränslen.

Med stöd av en undersökning bland Sveriges 266 största företag hävdar energiföretaget E.ON att landets företag, utan att påverka sina verksamheter negativt, kan minska energiförbrukningen med upp till 20 procent.

En av förutsättningar är, enligt den svenska energimyndigheten, att mäta mer och med större noggrannhet, för att kunna styra energianvändning och processer bättre.

Effektivare energianvändning minskar inte bara företagens miljöbelastning, det sänker också kostnaderna.

– Vore företag och privatkunder mer energieffektiva, skulle stora ekonomiska besparingar göras parallellt med att det skapades tydliga miljövinster, säger Lars Lagerkvist, VD på E.ON Försäljning Sverige AB, i ett pressmeddelande.

### Världsledande aktörer

Pentronic är leverantör till flera av världens ledande företag inom energisektorn. Med rätt metoder och produkter förbättrar Pentronic temperaturmätningens prestanda. Det ger i

sin tur kunderna underlag för noggrannare styrning av sina processer och utveckling av dessa.

Ett växande område för Pentronic är el- och värmeproduktion med stora dieselmotorer, gasturbiner och ångturbiner. Dessa drivs i sin tur av fossila bränslen, flytande biobränslen eller solenergi.

Dessa processer har betydligt högre energitnyttjande än t ex bilmotorer. En av hemligheterna bakom effektivare förbränning är noggrannare temperaturmätning. Det här är Pentronics kärnkompetens och stora resurser läggs på att utveckla nya mätsystem.

Bättre mätning är mer än fler decimaler. Allt viktigare är utrustningen klarar extrema klimat och ger möjlighet att snabbt starta energiproduktion.

### Arktisk kyla och ökenheta

Som exempel ska Pentronics mätsystem för energisektorn klara såväl arktisk kyla som ökenheta. Ett mätfall kan vara en gasturbin efter en pipeline i Sibirien, som pumpar gas eller olja. Varje driftstopp orsakar stora kostnader genom att reservdelar och personal måste flygas ut till platsen, samtidigt som driftstörningen i sig är dyrbar. Temperaturgivarna med tillhörande elektronik måste tåla påfrestningarna.

Ett annat exempel är satsningen på förnybar energi, t ex sol och vind. Bakom varje vindsnurra finns en alternativ kraftkälla som träder in när vinden inte räcker till. Det kan vara en dieselmotor som ska starta så snabbt att spänningen på nätet hålls stabil. Konsumenterna ska inte märka av att vinden mojar eller solen går i moln.

### Stabil leverantör

Eftersom temperaturmätningen är så vital för dagens och framtidens energisystem, ställs också krav på tillverkaren av givare och annan utrustning. All utrustning slits och måste ersättas. Den dagen ska leverantören finnas kvar och kunna leverera rätt utrustning till rätt plats i rätt tid.

– Pentronic är en stabil samarbetspartner med ledande kunskaper inom temperaturmätning, hög produktkvalitet och leveranssäkerhet. Det är viktiga egenskaper för hela energisektorn, sammanfattar Pentronics försäljningschef Roland Gullqvist. 



Exempel på givare optimerade för olika mätuppgifter.

## Kurs på hemmaplan

Tycker du att en genomgång i temperaturmätning kunde behövas på företaget? Pentronic anpassar ett kurspaket på 1 till 3 arbetsdagar till dina förutsättningar. Passa på att diskutera mätuppkopplingar, kalibreringsrutiner och liknande med kursledarna. Läs mer på [www.pentronic.se](http://www.pentronic.se)

## Två års erfarenhet av Pentronics miniatyrtransmitter: Stabil och mycket noggrann

Pentronics miniaturiserade transmitter PAT1101 har varit i produktion sedan 2009. Den levereras som OEM-komponent till maskinbyggare. Den har i praktisk drift visat sig leverera det utlovade: Enklare montering och avsevärt bättre noggrannhet.

I huvudsak levereras transmittern integrerad med en Pt100 temperaturgivare. Hela enheten kalibreras med efterföljande justering, vilket innebär att det totala mättelet blir avsevärt lägre än med separata givare och mätvärdesomvandlare.

– Dessutom utformas mätpetsarna och hela givaren för mätuppgiften, vilket ger ytterligare förbättringar av prestanda, säger Roland Gullqvist, försäljningschef på Pentronic.

Själva transmittern är inte större än en tumme,  $\varnothing 16 \times 60$  mm inklusive M12-kontakt. Men storleken har inget samband med prestanda. På kortet döljer sig högpresterande elektronik med hög upplösning och ett väl tilltaget mätområde, från  $-200$  till  $+800$  °C.

### Bara som en enhet

Men det räcker inte med förstklassig elektronik. Mätområdet och den slutliga noggrannheten i form av en processignal 4-20 mA bestäms av två faktorer, temperaturgivarens konstruktion och justeringen. Därför har Pentronic inte levererat transmittern som en separat enhet utan bara tillsammans med temperaturgivare.

– Däremot finns givaren i två utföranden, inbyggd i givaren samt i en separat enhet kopplad till givaren med en fyrtrådkopplad signalkabel. I båda fallen är hela enheten justerad vid leverans, säger Roland Gullqvist.

Orsaken till att transmittern bara levereras i kombination med givare är att kundbehovet sällan är noggrann elektronik. Det är skärpta krav på total noggrannhet som driver utvecklingen.

### Kraven allt tuffare

För inte så länge sedan räckte det ofta med att stänga in mättelet inom hela grader. I takt med ökade kvalitetskrav och dyrare



Kurt Eriksson, i röd tröja, med en del av sitt team som utvecklar den nya transmitterserien.

energi har noggrannhetskraven krupit ned på tiondelar av grader. Det är mycket svårt att åstadkomma under fältmässiga förhållanden med traditionell utrustning. Därför utvecklade Pentronic inte bara en ny transmitter utan ett mätsystem.

Den slutliga noggrannheten beror på mätmiljö, temperaturområde och liknande. Här gäller det att anpassa mätpetsen till uppgiften. Bl a gäller att instickslängden i mediet ska vara så lång som möjligt, vilket reducerar skyddsrofsförlusterna, alltså värmeavledning till omgivningen eller motsatsen om det är kyla som mäts.

### Det hänger på tiondelar

De ökande kraven beror också på att förståelsen hur gällande standarder för temperaturgivare fungerar. Exempel: En Pt100 IEC 60751 klass A ska ligga inom  $\pm 0,15$  °C vid 0 °C. Mätosäkerheten ökar ju längre man kommer från nollan. Redan vid 150 °C är den normerade toleransen  $\pm 0,45$  °C. Till det kommer felbidrag från kablage och elektronik. Även vid relativt låga temperaturer kan mätosäkerheten sticka iväg till hela grader eller mera med traditionell mätkedja bestående av separat 3-ledarkopplad givare, omvandlare och PLC.

– Under ideala omständigheter med samkalibrering kan vi däremot med den här utrustningen komma ned i toleranser under en tiondels grad, säger Roland Gullqvist. Se separat artikel samt [Ref 1].

Några branscher som går i bräsch är energiproduktion, läkemedel, livsmedel (med givare certifierade enligt 3A och EHEDG) och fordonsindustrin. Utöver högt ställda noggrannhetskrav handlar det i flera fall om krävande miljöer med höga omgivningstemperaturer, frätande ämnen, intensiv hetta eller arktisk kyla.

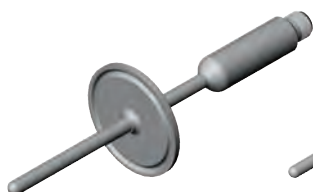
### Långtidstestad

Pentronic har genomfört långtidstester av givare med den nya transmittern, som kurriga också i en äldre personbil, där givaren monterats i motorutrymmet och är exponerad för varierande omgivningstemperatur, vägsalt och vibrationer. Bilen har sedan försöken inleddes passerat tre kontrollbesiktningar och transmittern med givare mäter ännu inom sin specifikation.

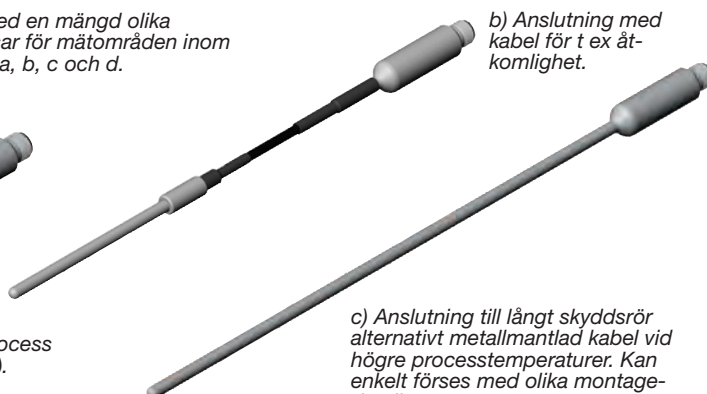
Under hösten väntas en digital version av transmittern presenteras. Mätosäkerheten ligger på samma nivå som den analoga versionen som idag är i produktion. Skillnaden ligger i funktionerna.

Se [www.pentronic.se](http://www.pentronic.se) > Kundtidningen > Arkiv [Ref 1] Se PentronicNytt 2011-1, s. 4

Transmittern kan integreras med en mängd olika utföranden av Pt100 mätpetsar för mätområden inom  $-200$  till  $+800$  °C. Se exempel a, b, c och d.



a) Tri-clamp-fäste mot process med höga hygienkrav (3A).



b) Anslutning med kabel för t ex åtkomlighet.  
c) Anslutning till långt skyddsror alternativt metallmantlad kabel vid högre processtemperaturer. Kan enkelt förses med olika montage-detaler.



d) Hygienisk anslutning (EHEDG) till livsmedelsprocesser i medelhög temperatur.



## Kritisk isoleringstjocklek vid anliggningsgivare?

**FRÅGA:** För rör finns en kritisk isoleringstjocklek som gör att värmeflödet till omgivningen blir större än för ett oisolerat rör. Är detta något som jag behöver tänka på när jag installerar och isolerar utanpåliggande temperaturgivare? Stålrören har i mitt fall ytterdiametern 40 mm?

Ingrid A-N

**SVAR:** Utanpåliggande temperaturgivare bör alltid isoleras för att minska värmeflödet över givaren och därmed mättelet. Om givaren är monterad på ett rör med liten ytterdiameter kan isoleringen i vissa fall öka värmeflödet från röret till omgivningen och därmed mättelet. Om däremot givaren är monterad på en plan vägg minskar alltid isoleringen värmeflödet och mättelet.

Värmeledningen i isoleringen sker genom värmeledning i isoleringen och genom konvektion och strålning från isoleringens utsida. En ökning av isoleringstjockleken minskar värmeledningen genom värmeledning men samtidigt ökar radien och därmed den värmeöverförande ytan på rørets utsida, vilket innebär en ökning av värmeledningen från ytan genom konvektion och strålning. Under vissa förutsättningar blir ökningen större än minskningen och isoleringen gör därför mer skada än nytta.

### Våt isolering känsligare

Om röret med diametern 40 mm isoleras med mineralull blir den kritiska diametern 10 mm vid egenkonvektion, dvs mindre än rørets diameter. Man behöver därför inte i detta fall bekymra sig om någon kritisk isoleringstjocklek – all isolering gör nytta. Om isoleringen av någon anledning skulle bli våt

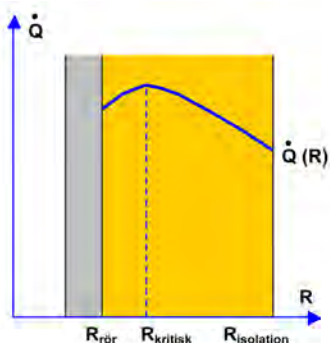
De frågor som vi tar upp här skall ha allmänt mättekniskt och/eller värmekniskt intresse.

**FRÅGA?  
SVAR!**

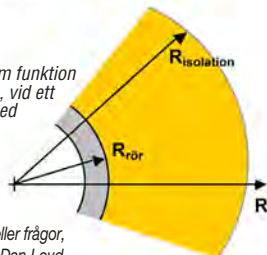
bör man däremot se upp. För våt isolering kan den kritiska diametern bli större än rørets diameter, vilket innebär att isoleringen ökar värmeledningen från röret jämfört med ett oisolerat rör. Förutom en ökad värmeförlust får man även ett större mättelet vid utanpåliggande temperaturgivare. Våt isolering ökar dessutom korrosionens inverkan på såväl givaren som röret och mättelet kan öka ytterligare.



Läs mer på [www.pentronic.se](http://www.pentronic.se) > Kundtidningen > Teknikartiklar > Exempel på värmeöverföring



Värmeledningen som funktion av radien,  $\dot{q}(R)$ , vid ett  $\varnothing$  40 mm rör med våt isolering.



Har du synpunkter eller frågor, kontakta professor Dan Loyd, LiTH, på E-post: [dan.loyd@liu.se](mailto:dan.loyd@liu.se)

## Flera gånger högre precision med samkalibrering

– Genom att samkalibrera temperaturgivare och instrument av god kvalitet, kan mätosäkerheten förbättras åtminstone fem gånger, säger Lars Grönlund, chef för Pentronics ackrediterade kalibreringslaboratorium.

Förklaringen till att precisionen i mätningen blir så mycket bättre ligger i hur standarder för temperaturgivare fungerar.

Pt100 mätelemt och termoelementtråd selekteras vid tillverkningen i olika noggrannhetsklasser. Standarderna tillåter en viss spridning mellan individerna. Klassningen säger inget om den enskilda givarens egenskaper, bara att den håller sig inom tillåtna toleranser.

Pt100 enligt IEC60751, klass A, är en vanlig givarspecifikation vid mer noggranna mätningar. Vid 0 °C är standardens krav  $\pm 0,15$  °C. Värdet ökar ju mer temperaturen avviker från nollpunkten, vid 150 °C gäller  $\pm 0,45$  °C.

– Vid 400 °C säger standarden att givarna får sprida så mycket som  $\pm 0,95$  °C, säger Lars Grönlund.

Till detta kommer instrumentets felbidrag. Slutlig mätosäkerhet blir över 1 °C. När

energi ska sparas och processer körs mer effektivt är det för mycket.

Vid kalibrering fastställs den enskilda givarens och instrumentets egenskaper. Om kalibreringarna sker separat summeras felbidragen. Vid samkalibrering fastställs hela systemets egenskaper, vilket ytterligare minskar den totala mätosäkerheten. – I laboratoriet kan vi samkalibrera Pt100-givare och instrument av god kvalitet med en mätosäkerhet på ner till  $\pm 0,02$  °C vid 400 °C, säger Lars Grönlund.

Exemplet visar att en faktor fem är en försiktig uppskattning av kalibreringens effekter. Utöver den totala mätosäkerheten som fås vid kalibrering i laboratorium tillkommer olika felbidrag på platsen för mätningen. Även dessa kan minskas genom kalibrering i själva processen. Den amerikanska livs- och läkemedelsmyndigheten FDA börjar ställa krav på att en extern part kontrollerar och kalibrerar mätutrustningen på plats för vissa kritiska processer.



## PRODUKT-INFO

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

### Robust IR-pyrometer för industrin

Heitronics CT18 är en ny robust serie industriella IR-pyrometrar i rostfritt stål för temperaturmätning inom härdning, glödning, induktionsvärmning, gjutning, lödning och liknande. Metall, metalloxider, halvledare, glas och grafit är typiska mätbara material.

CT18-serien har kontinuerligt fokuserbara linser med minsta mätyta  $\varnothing$  0,4 mm till oändligt. Separerad lins och ljusledare klarar upp till 200 °C omgivningstemperatur.

Sex mätområden täcker 200–3000 °C. Minsta svarstid är 1 ms men kan väljas större. Vid 100 ms fås 0,1 °C upplösning.

IR-pyrometern ger 0/4–20 mA eller 0–10 V analog utsignal som kan skalas med 200 °C som minsta område. RS232/485 serieinterface finns för dataöverföring och programmering.



### Styv insticksgivare för livsmedel

Pentronic har utvecklat en extra robust temperaturgivare för mätning inuti livsmedel, t ex för kontroll av infrysningsförlopp. Robustheten behövs då man ska sticka in respektive dra ut mätspetsen i trög materia som kött av olika slag. Givaren kan också mäta luft- och vätsketemperatur. Max temperatur är 200 °C för hela givaren.

Givaren är ett termoelement av typ K med en miniatyrhankontakt monterad på den silikonisolerade kabeln. Mätspetsen består av ett rostfritt 3 mm stålrör försett med kanylspets.



Pentronic artikelnummer 11-00230

# Inverkan av dålig isolation i temperaturgivare

I Pentronics leveransprovingsprotokoll anges att isolationen mellan temperaturgivarkretsen och höljat är bättre än ett visst antal Mohm vid en viss provspänning. Det är inte självklart vad detta betyder. Vi förklarar här vilka konsekvenser låga isolationsvärden kan ge.

Pentronic provar isolationsresistansen hos de termoelement som är konstruerade för isolation mellan givarens mätkrets och skyddsror av metall – isolerad mätpunkt. Dessutom provas kapslade Pt100-givare. Provspänning, skyddsroresdiametrar och isolationskrav visas i figur 1.

## Isolationsmaterial

Böjliga termoelement och Pt100-givare är byggda av metallmantlad kabel med hårt kompakterad magnesiumoxid (MgO) som isolationsmaterial. Oxiden har utmärkta egenskaper vad gäller att behålla den geometriska likformigheten i kabeln vid dragning till tunnare dimensioner och bockning till speciella vinklingar. Resistiviteten är också mycket hög vid rumstemperatur men avtar drastiskt med ökande temperatur, se figur 2 och [Ref 1]. Magnesiumoxiden tar gärna upp luftens fukt om den exponeras öppet under tillverkning eller genom skador på metallhöljet vilket i båda fallen sänker isolationsförmågan dramatiskt.

Andra isoleringsmaterial som förekommer vid inbyggnad i stålror kan vara termoelementtrådar eller Pt100-tilledare med isolering av allehanda mjuka material från PVC till keramiska fibrer. För höga temperaturer och speciellt vid termoelement av ädelmetall måste isolerstavar och skyddsror av mycket ren aluminiumoxid (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) användas för att inte kontaminera ädelmetallen. Man måste komma ihåg att det är byggstenen med lägst temperaturtålighet som sätter gränsen för givarens användning.

## Autoklavering kritisk

Figur 3 visar en principiell modell för den resulterande extra väg, som bristande isolering kan öppna för strömmen (I). Dålig isolation får måhända störst konsekvenser i termoelementkretsar eftersom ledarresis-

tanserna är upp mot 40 gånger större än för t ex silvertråd som ofta används för Pt100. Stor serieresistans innebär spänningsfall då ström börja flyta via en låg isolationsresistans. Figur 4 visar hur stora mätfel som skapas då Pt100-givare shuntas av olika storlek på isolationsresistans. I svåra miljöer som exempelvis ångautoklaver där mycket jämn temperatur eftersträvas kan även små mätfel få stora konsekvenser.

## Virtuell mätpunkt

Mätpunkten i ett termoelement utgörs av den sista kortslutningen mellan trådarna innan instrumenteringen. Normalt är mätpunkten placerad i spetsen, se figur 3. Skulle en kortslutning, dvs 0 ohm, uppstå mellan mätpunkt och instrumentering blir denna punkt gällande mätpunkt. Om en temperaturskillnad finns mellan mätpunkten i spetsen och den vid kortslutningen resulterar termospänningarna i en cirkulerande ström som instrumenteringen inte kan känna.

## Tunnelugnar

Fenomenet kan också bli märkbart med långa termoelement för mätning längs tunnelugnar med en högtemperaturpuckel som försämrar isolationen mitt på mätsträckan. Om den verkliga mätpunkten befinner sig i lägre temperatur på andra sidan heta zonen kan den på grund av serieresistans och dålig isolation hos termoelementet försäkra att mätresultatet blir mycket högre temperatur än den verkliga. Det beror på att den negativa termospänningen från spetsdelen shuntas bort i puckeln med dålig isolation medan den positiva spänningen från instrumenteringen till puckeln bibehåller sin storlek. Nettospänningen som ger mätpunktens temperatur blir alltså för hög. Se vidare [Ref 2] och [Ref 3].



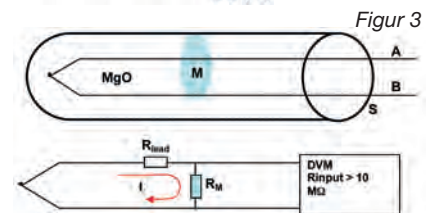
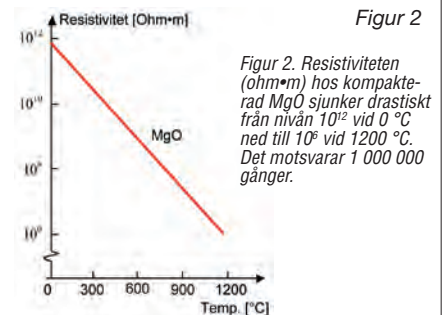
Se [www.pentronic.se](http://www.pentronic.se) > Kundtidningen > Arkiv  
 [Ref 1] Ref 1 StoPextra 2002-4 s. 4  
 [Ref 2] StoPextra 1997-6 s. 4  
 [Ref 3] StoPextra 2007-6 s. 3

Figur 4. På samma sätt som i figur 3 kan Pt100-givarens isolationsmotstånd summeras i R<sub>M</sub> som shuntar givarsignalen. Diagrammet visar hur mättelet i Pt100 (ΔT) varierar med isolationsmotståndet (R<sub>M</sub>).

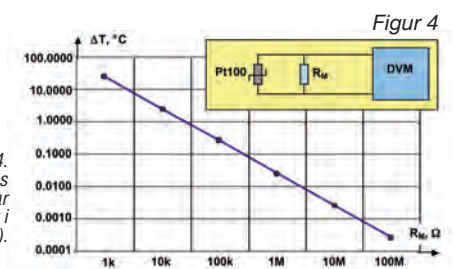
Figur 1

Spetsdiameter D (mm)	Provspänning (VDC)	Krav vid rumstemperatur (Mohm)
<b>Metallmantlade termoelement (IEC 61515:1995)</b>		
D ≤ 0.8	1	> 20
0.8 < D ≤ 1.5	75 ± 25	1000
D > 1.5	500 ± 50	≥ 1000
<b>Pt100-givare, Pentronics kontrollkrav</b>		
Alla D	500	> 1000
<b>Pt100-givare, krav enligt IEC 60751:2008</b>		
Alla D	100	> 100

Figur 1. Leveranskontroll hos Pentronic omfattar även isolationsmätning enligt tabellen. Observera att kraven enligt IEC 60751:2008 för Pt100-givare är lindrigare än Pentronics egna.



Figur 3. Metallmantlat termoelement (S) med MgO-isolering. Vid M tränger fukt in, alternativt råder hög temperatur, som lokalt försämrar isolationen. Då uppstår ny väg för strömmen (I) genom motståndet R<sub>M</sub>, som bildas genom parallellkoppling av motståndet mellan trådarna (A och B) respektive trådar till hölje (S). Om R<sub>M</sub> är tillräckligt litet minskar signalen från spetsdelen på grund av seriemotståndet R<sub>lead</sub>. Om R<sub>M</sub> är mycket litet kommer det att fungera som en virtuell mätpunkt och ge den temperatur som råder på stället.



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

### Kursen Spårbar temperaturmätning 1

Kryssa i anmälan till önskad kurs.

- 14-15 september 2011
- 19-20 oktober 2011
- 16-17 november 2011

### Kursen Spårbar temperaturmätning 2

- 22-24 november 2011

### Jag vill ha mer information om:

- Ny integrerad transmitter
- IR-pyrometri (serie CT18)
- Temperaturgivare, livsmedel
- Pt100-givare
- Kalibrering. Tjänster. Utrustning.

### Jag vill ha:

- Gratis prenumeration av PentronicNytt
- Kontakta mig om företagsförlagd kurs
  - Halv- eller heldag teori
  - ST1 komplett, två dagar
  - Annan lösning

Namn .....

Företag .....

Adress .....

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

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

E-post .....



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)

PentronicNytt 2011-4