

Samma järn i mat och motor

Tillverkning och användning av järnpulver är en av de mest temperaturberoende processer man kan tänka sig.

- Temperaturen är en nyckelparameter hela vägen från tillverkningen av pulvret till slutprodukten, säger Patrik Bengtsson, tekniker vid forsknings- och utvecklingsavdelningen på Höganäs AB.

För de flesta är Höganäs liktydigt med keramikkrus. Krusen finns kvar som ett trevligt minne från förr, men i huvudsak är Höganäs en världsledande tillverkare av järnpulver. Pulvret används bland annat för att pressa metalldelar, som komponenter i toner för laserskrivare samt för att järnberika mat.

- Vi siktar fram olika korntorlekar och det finaste pulvret går till livsmedelsindustrin, berättar Patrik.

Användningen i mat säger en del om pulvrets höga kvalitet. Efter första steget i processen, det s k svampverket, är järnhalten nästan 100-procentig. Kol, koks och slig packas och omvandlas till porös järnsvamp genom ugnprocess. Svampverket i skånska Höganäs är ett av de få i världen.

Järnsvampen krossas och mals till pulvret, siktas till olika korntorlekar och blandas slutligen med t ex legeringsmetaller och smörjmedel. Slutprodukten är ett pulver specielltillverkat efter den enskilde kundens önskemål.

Temperaturen ger styrkan
Fördelen med pressat järnpulver är hög pro-

duktionstakt. Exempel på produkter som tillverkas av järnpulver är kugghjul, vevstakar, drev och annat som lekmannen tror är gjutet eller bearbetat.

Efter pressning går produkten vidare till sintring. Det är en värmebehandling som tar tre timmar med temperaturer över 1100°C. Med hjälp av olika temperaturer och ugnsgaser kan metallens egenskaper skräddarsys, t ex går det att få en metall som är hård på ytan och mjuk inuti eller tvärt om.

- Det är viktigt att ha kontroll på den temperatur som pulvret uppnår i de olika stegen av processen, förklarar Patrik.

Verklig temperatur är sällan den som instrumenten visar. Det har man lärt sig genom åren på Höganäs. Det gäller att veta hur stora toleranser processen har och vilken mätosäkerhet som krävs.

- I pulvertillverkningen kan det slå på tio grader utan att kvaliteten påverkas, berättar instrumentaren Jan-Olle Granelli.

Regelbundna kontroller

För mätningarna används genomgående termoelement av typerna S, K och N beroende på temperatur. Givarna kontrolleras två gånger om året i en blockkalibrator med en kalibrerad referensgivare.

- Om givarna avviker mer än 5°C på kasseras de, berättar Jan-Olle.

Patrik Bengtsson arbetar i experimenthallen. Det är en komplett fabrik i liten skala med pressar och sintringsugnar. Här provtillverkas och kontrolleras kundernas pro-



- Temperatur är en nyckelparameter hela vägen från tillverkning av pulvret till sintring av den färdiga produkten, säger Patrik Bengtsson.

dukter. Experimenten utmynnar i ett "recept" för tillverkningen och då gäller det att alla vitala parametrar kan reproduceras hos kunden.

- Därför måste vi vara helt säkra på att vi mäter rätt temperatur, säger Patrik.

Säkerheten ligger inte bara i regelbunden kalibrering. Än viktigare är att mätningarna sker på rätt sätt och att givarna är korrekt placerade. Därför har man bland annat anlitat Pentronic för att hålla kurs om temperatur på plats i experimenthallen.

En erfarenhet från Höganäs är att allt som är modernt och blinkar inte behöver vara bättre. Mätosäkerheten avgörs i givaren och här är termoelementet, en 150 år gammal konstruktion, fortfarande konkurrenskraftigt.

- Vi har provat med pyrometrar, men eftersom pulvret har hög reflexion blir resultaten lika tillförlitliga som gissningar, säger Patrik.

Pulver i Ferrari

Höganäs tillverkar även pulver för termisk ytbeläggning. Förenklat går till så att ett specialkomponerat järnpulver sprutas på en yta som ska tåla hög temperatur, tryck, nötning eller liknande. Processen påminner om svetsning - moderna svetselektroder är förresten belagda med järnpulver. Poängen är att man kan använda dyrbara metaller som t ex kobolt på utsatta delar utan att behöva tillverka hela produkten av detta material.

- Ventilerna i Ferraris motorer är förstärkta på detta sätt, säger Kari Westerling som är utvecklare inom termisk ytbeläggning.

Glöm inte bort att boka höstens kurser!

Kursprogrammet för kommande 12 månader bifogas i detta nummer av StoPextra. Läs om ny planerad uppföljningskurs.



- Vi testar alla temperaturgivare två gånger om året och kasseras givare som ligger utanför toleranserna för processen, berättar Jan-Olle Granelli.

Grönt nytt förval

Nu byter Pentronic färgen på kablar och kontakter för termoelement typ K.

Om du inte uttryckligen begär något annat, är färgen grön.

Det här är det sista steget i övergången till färgkodning enligt IEC 584-3. Alla övriga typer av termoelement tillverkas som standard enligt IEC, men typ K, det allra vanligaste termoelementet, har behållit sin gula färg enligt ANSI.

- Kunder som vill ha gula kablar och kontakter kommer också att få det, säger VD Lars Persson.

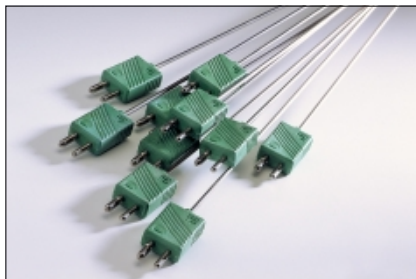
- Vad som händer är att grönt blir förvald färg om kunden inte säger något annat.

Färgändringen är resultatet av en internationell harmonisering av färgmärkning. Tidigare nationella standarder har orsakat betydande förvirring och målet är att skapa enighet runt IEC.

Övergången är dock inte problemfri. I ANSI-standarderna, som varit ledande i svensk industri, står grönt för termoelement typ S, samma färg som numera betyder typ K. Använder du typ S, finns anledning för extra kontroll.

Ett enkelt sätt att undvika sammanblandning är att övergå till termoelement typ N, som kan ersätta typ K. Typ N har enligt IEC rosa kabelhölje. Nyare instrument är förprogrammerade för typ N. På köpet förbättras mätkvaliteten.

Observera att de elektriska egenskaperna inte påverkas av färgändringen.



Nu blir grönt förvald färg på kablar och kontakter för termoelement typ K. Det här är sista steget i övergången till IEC-standard. Färgkodning enligt andra standarder är beställningsvaror.

Omöjlig ytmätning med handhållna temperaturgivare

Handhållna ytemperaturgivare är utmärkta kontrollverktyg. Men de är inte lämpliga för temperaturmätning.

Det är slutsatsen av en undersökning vid Pentronics ackrediterade kalibreringslaboratorium.

- En vanlig termoelementtråd, använd på rätt sätt, ger ofta ett mer korrekt mätresultat, säger laboratoriets chef Fredrik Arrhén.

I undersökningen testades ytgivare av olika fabrikat. Som referens användes en japansk Anritzu-givare, ansedd som den bästa handhållna ytgivaren på marknaden. De testade givarna var av olika konstruktioner, varav två Anritzu-kopior.

Vid testet mättes ytans temperatur på ett metallblock. Proven genomfördes vid 100,175 och 250 °C. Trots att proverna gjordes i laboratoriemiljö med stillastående luft, blev det stora skillnader i mätvärden mellan de olika givarna.

- Skillnaden var flera grader. Närmast sanningen låg originalgivaren från Anritzu, säger Fredrik, med en korrektion på 3 °C medans sämsta givaren hade en korrektion på 18°C.

Felet är principen

Men de stora felet berodde inte enbart på givarnas konstruktion. Problemet är själva ytmätningen. Tre felkällor dominerar.

- Trycket, anliggningsytan och vinkeln mot mätobjektet påverkar resultatet. Två personer kan få stora skillnader i mätvärden med samma givare. Det krävs anvisningar och träning för att använda en ytemperaturgivare korrekt.

- Givarna är relativt stora och påverkar med sin massa och värmeavledning mätobjektets temperatur.

- Omgivningen påverkar mätresultatet. Vid försöket räckte det med att blåsa försiktigt med rumstempererad luft på givaren för

att mätvärdet skulle sticka iväg 5-10°C, beroende på ökad värmeavledning.

Slutsatsen är att ytemperaturgivare måste användas med stor urskilning. Samtidigt är det praktiska verktyg för snabb och enkel kontroll.

- Det viktigaste är att ha klart för sig vilken noggrannhet som krävs. Det kanske räcker med en noggrannhet på ±10 grader vid 100°C eller att fastställa att det är varmare i punkt A än i punkt B. I så fall fungerar en ytemperaturgivare, anser Fredrik.

Trådgivare är säkrare

Däremot kan man inte lita på det uppmätta värdet och använda det för t ex styrning av processer. I så fall krävs annan mätutrustning. Bäst är den traditionella metoden med dykficka och insticksgivare. Det finns även permanent monterade ytgivare, t ex Teck Instruments mätkrage, som presenteras nedan.

- Enklast och billigast är att mäta med en vanlig termoelementtråd, anser Fredrik.

Det viktiga är att tråden placeras längs ytan och t ex tejpas fast. Tråden ska ligga an mot mätobjektet några centimeter innan den sticker av för att undvika värmeavledning vid mätpunkten. Handlar det om att mäta ytemperatur på ett isolerat rör, sticker man in tråden under isoleringen några centimeter.

- Det sämsta man kan göra är att mäta med en vanlig ytgivare och tro på mätvärdet till sista decimalen, säger Fredrik.

En liknande undersökning har gjorts vid riksmätplatsen för temperatur i Finland, som köpte in två kvalificerade system för ytemperaturmätning. Dessa kalibrerades och skickades runt som en audit till tre ackrediterade kalibreringslaboratorier. Skillnaden i uppmätt temperatur mellan laboratorerna var 4°C vid 240°C, trots att den provade utrustningen var i toppklass och mätningarna utfördes av kvalificerad personal.

Snabbare ytmätning på rör

Att mäta temperatur korrekt på ytor är omöjligt.

Bäst är att borra ett hål och sticka in givaren. Men vad gör man när det inte går eller mätningen måste göras snabbt?

Pentronics norska bolag Teck Instruments har utvecklat en specialgivare för säker ytmätning på rör. Den består av en tvådelad krage av teflon med fyra fjäderbelastade Pt 100-givare jämnt fördelade runt röret.

Den här specialgivaren har flera fördelar.

- Den är enkel och snabb att applicera.
- Givarspetsarna får säker kontakt med ytan och korrekt anliggningsvinkel.
- Sensorerna är isolerade från omgivningen.

Givaren används redan av Statoil och Norsk

Hydro vars forskningscenter i Porsgrunn dessutom har testat den. Provingen visar att den svarar snabbt och är stabil. När vätskan i röret höll +65°C var avvikelserna i uppmätt temperatur mellan 0 och -2°C. Vid 150°C var avvikelserna som mest -8°C. Stora avvikelser kan tyckas, men avsevärt bättre än andra typer av ytemperaturgivare. För bättre noggrannhet krävs en insticksgivare.

Temperaturgivaren finns för rör med en diameter mellan 2" och 42". Den klenaste dimensionen har två sensorer. Givaren har ett kopplingshuvud av typen DIN B med skruvlock och kan utrustas med transmitter.

Den nya specialgivaren för ytmätning på rör.



FRÅGA? SVAR!

Om frågespalten och dess innehåll

Syftet är att presentera och besvara några av de frågor som läsekretsen ställer till oss. De frågor som vi tar upp skall ha allmänt mättekniskt och/eller värmetekniskt intresse.

Nilssontermometern

I förra numret av StoPextra bad vi läsekretsen om hjälp att hitta information om en svensk uppfinning som tar hänsyn till temperatur, vindhastighet och luftfuktighet samt presenterar detta på en specialskala. Många har hört av sig och meddelat att en sådan termometer existerar. Den kallas nilssontermometern och används bland annat i örnsköldsvikstrakten. **Vi återkommer i ett senare nummer med en artikel om denna termometer.** Redaktionen tackar alla som har hört av sig.

FRÅGA: Hur stor inverkan på kylningen av en detalj har kylluftens temperatur? Hur stor blir skillnaden om lufttemperaturen ändras från + 20 °C till - 20 °C?

Harry I

SVAR: Värmetransporten från en varm kropp med temperaturen T_{varm} till den omgivande

luften med temperaturen T_{omgivn} sker genom konvektion och strålning. För värmeflödet genom konvektion, Q [W], gäller följande samband

$$\dot{Q} = \alpha A (T_{\text{varm}} - T_{\text{omgivn}})$$

där, α är värmeövergångskoefficienten [W/m² K] och A [m²] kroppens area.

Om kylluftens temperatur, T_{omgivn} , sjunker ökar värmeflödet till följd av en ökande temperaturdifferens, $(T_{\text{varm}} - T_{\text{omgivn}})$. Även värmeövergångskoefficientens värde påverkas när omgivningstemperaturen ändras. Detta beror bland annat på att ingående fysikaliska storheter är temperaturberoende. Inverkan av denna ändring är dock förhållandevis liten. Se vidare artiklarna om värmeöverföring i StoPextra bl.a nr 5/98 och 6/98. Hela artikelserien om värmeöverföring finns nu samlad under en rubrik på Pentronics hemsida: www.pentronic.se.

Dan Loyd

PRODUKT-NYTT

Årets produktnyheter är samlade på www.pentronic.se



Enkelt instrument för 4-tråds mätning

Den här handindikatorn från Labfacility har en unik egenskap. Den är en av de få som klarar 4-tråds kopplade Pt 100-givare. Pentronic har redan levererat en handfull instrument till forskning och laboratorier. Namnet på den är Labfacility 2050.

I övrigt är indikatorn närmast befriad från finesser. Den har min/max-funktion och arbetar i hela Pt 100:as temperaturområde. Noggrannheten anges till 0,1% av avläst värde $\pm 0,2^\circ\text{C}$. Indikatorn hanterar även 2- och 3-tråds kopplade Pt 100. Den levereras med ett skyddande, löstagbart gummihölje.

kunnat konstatera genom att allt ingående material testas innan det tas in i produktionen. Provbiter sparas från varje rulle i tio år, så att man kan gå tillbaka till råvaran och fastställa i orsaken om ett fel skulle uppstå. Materialet är dessutom spårbart genom hela produktionen samt till leverantörens provningscertifikat, vilket innebär att om ett fel konstateras flera år efter att givaren tillverkats, kan alla som köpt givare med samma råmaterial kontaktas.

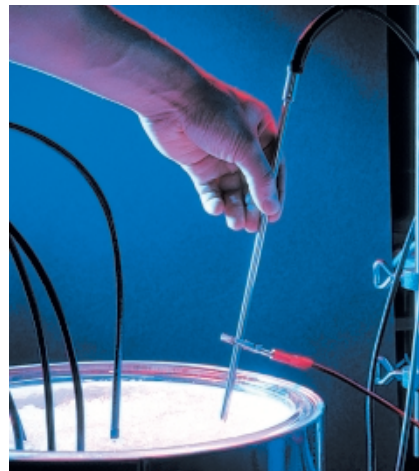
Snävare toleranser i slutkontrollen

Alla lagerförda Pt 100 temperaturgivare från Pentronic testas mot IEC 751 (1995) klass A vid 0°C.

På papperet är det en förbättring, eftersom minnesgodta läsare kanske har sett att det står klass B i huvudkatalogen.

I verkligheten är det en anpassning till den verklighet som rått i flera år. Standarden anger de toleranser som den enskilda givaren inte får överskrida. I praktiken håller sig givarna väl innanför gränserna och uppgradering till klass A är i huvudsak en pappersfråga. Pt 100-givare klass B kan även i fortsättningen levereras på kundens uttryckliga begäran.

På samma sätt är det med termoelement av typerna K och N. Alla givare testas mot klass 1 vid 100°C, om kunden inte begärt annat. Orsaken till att givarna numera provas mot bästa klassen är att mantelmaterialet, som är råvaran för manteltermoelement, håller en jämnare kvalitet. Det har Pentronic



Fling-isbad i ett isolerat kärl utgör en mycket stabil 0°C punkt som lämpar sig för kontroll av Pt 100-givare. Trots isbadets stabilitet måste temperaturer verifieras med en referensgivare.

Kvicksilvertermometrar mäter fel

Myten säger att kvicksilvertermometrar är noggrannast av alla temperaturmätare i normala temperaturer.

Sanningen är att även dessa mäter fel.

Det visar en undersökning vid den danska forskningsinstitutionen Risø.

I Sverige är det förbjudet att sälja kvicksilvertermometrar. Man får använda de termometrar som redan finns, men kan inte köpa nya. I Danmark och några andra länder beviljas dispens för kvicksilvertermometrar i

forskning och för teknisk användning. Motiven är termometrarnas noggrannhet och tillförlitlighet.

En vanlig användning är max-termometrar som t ex placeras i autoklaver. När processen är klar plockar man ut termometern och avläser det högsta värdet vid autoklaveringen.

Forskarna på Risø simulerade den här processen. Det visade sig att kvicksilvertermometrar mäter korrekt endast när de håller samma temperatur som den uppmätta temperaturen. I autoklav-fallet kylls termo-

Rapport från labbet



0076 • EN 45001

metern ned innan den kan avläsas. Vid nedkylningen förändras mätvärdet och resultatet blev i detta fall en temperatur som låg 1,5 grader under den verkliga. Orsaken är att glas har en annan utvidningskoefficient än kvicksilver, vilket leder till att mätvärdet förskjuts när termometern kyls ned. Andra felkällor är sprickor i kapillärroret, att skalan flyttar på sig och liknande. Noggrann mätning med kvicksilvertermometer kräver inspektion under mikroskop inför varje mätning.

Undersökningarna vid Risø visar att det inte finns några skäl att hålla fast vid kvicksilvertermometrar. Den exakta och tillförlitliga kvicksilvertermometern är en myt och man kan i praktiken mäta noggrannare med termoelement och Pt 100.

Varför mäter jag fel temperatur? (10)

Man hör ofta påståenden av typen: "Det är väl ingen konst att mäta temperatur. Det fel som eventuellt uppstår är dessutom helt försumbart". Den dystra sanningen är tyvärr helt annorlunda. Skillnaden mellan den temperatur som man mäter och den temperatur som man vill mäta kan i många fall vara avsevärd.

Det är mycket viktigt att förstå varför det kan bli fel, när man mäter. När man väl har förstått varför det uppstår ett mätfel har man goda möjligheter att vidta åtgärder som minskar felet. Det är också viktigt att kunna uppskatta det mätfel som uppstår trots alla åtgärder.

I de nio artiklarna om värmeöverföring för mättekniker har vi nu diskuterat frågan om varför det kan bli fel, när man mäter temperatur. I artiklarna finns det också beräkningsunderlag som kan användas för att uppskatta mätfelets storlek. Det är nu dags att runda av artikelserien och göra en summering. Vi skall också kommentera några böcker om värmeöverföring.

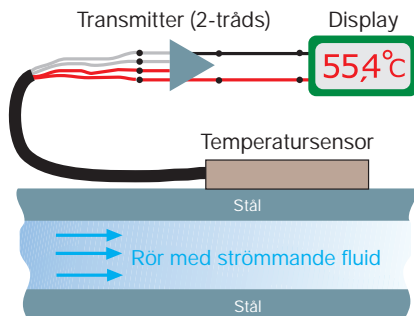
Konsten att leta felkällor

Man kan i princip dela upp felkällorna i två grupper. Den ena gruppen består av sådana fel som uppstår i signalöverföringen mellan sensorn och den enhet där den uppmätta temperaturen presenteras. Om man gör en korrekt installation blir detta fel mycket litet.

Den andra gruppen av felkällor orsakas av sensorns värmetekniska konstruktion och dess placering i förhållande till det som man vill mäta. Här är det synnerligen viktigt att man hela tiden tänker på att **en sensor endast mäter sin egen temperatur**.

Om det är sensorns temperatur som man vill mäta så blir det naturligtvis inget mätfel. I de flesta fall vill man dock mäta en helt annan temperatur än sensortemperaturen och det är då som det normalt uppstår mätfel.

I vår artikelserie om värmeöverföring för mättekniker behandlas de vanligaste värme-problemen vid temperaturmätning. Alla artiklarna finns nu samlade på Pentronics



Med moderna mätkedjor kommer konstruktionen och appliceringen av sensorn att utgöra den väsentliga delen av mätosäkerheten.

hemsida www.pentronic.se

På hemsidan hittar man också Temperaturhandboken. I StoPextras Frågespalt kommer vi att besvara läsarnas frågor inom bland annat området värmeöverföring.

Litteratur

För intresserade läsare finns ett rikt utbud av böcker om värmeöverföring. Litteraturen är huvudsakligen skriven på engelska, men i sammanställningen här kommenteras främst böcker på svenska. Ett ständigt återkommande problem är att hitta värmetekniska data för fluider och väggmaterial. Så länge man håller sig till luft, vatten och de vanligaste konstruktionsmaterialen är det inga större problem. Aktuella fysikaliska data hittar man i de flesta tabeller, böcker och handböcker som behandlar värmeteknik. Uppgifter om ovanliga fluider och material kan man ofta hitta i kemilitteraturen.

AGA Gashandbok. Red. K.Ahlberg, AGA AB, Lidingö 1982, behandlar utförligt de industriellt mest använda gaserna. I ett inledande kapitel ges allmän information om gasers termodynamiska och värmetekniska egenskaper. För de olika gaserna anges bland annat egenskaper, användningsområden och hälsorisker. De värmetekniska egenskaperna ges som funktion av tryck och temperatur.

Data och diagram - Energi- och kemitekniska tabeller. S-E Mörtstedt & G Hellsten, Liber, Stockholm 1999 (Upplaga 7).

Boken innehåller fysikaliska data för olika material. Utförliga värmetekniska tabeller och diagram finns för vatten, vattenånga och olika kylmedia. Vidare ingår en kortfattad formelsamling, som behandlar termodynamik, strömningslära och värmeöverföring.

Energiteknik. H Alvarez, Studentlitteratur, Lund 1990 (Nytryck 1999).

Boken är en omfattande lärobok som behandlar olika delar av energitekniken. En av dessa delar är grundläggande värmeöverföring. Avsnittet kompletteras med några vanliga värmetekniska tillämpningsområden, exempelvis värmeväxlare och pannor. Boken innehåller många lösta exempel.

Handbook of Chemistry and Physics. CRC Press, Florida (Senaste upplagan).

Handboken är mycket omfattande ("stor tegelsten") och innehåller detaljerad information om de flesta ingenjörsmässigt intressanta gaser, vätskor och fasta ämnen. Trots bokens omfattning är det lätt att hitta de sökta uppgifterna med hjälp av registret. Om man mot förmodan inte hittar de värmetekniska data som man söker, så kan man utnyttja någon av de många hänvisningarna till speciallitteraturen.

Heat transfer. J P Holman, McGraw Hill, New York 1997 (Upplaga 8).

Denna bok behandlar grundläggande och tillämpad värmeöverföring och den är en kombination av lärobok och ingenjörshandbok. Avsnittet innehåller ett stort antal exempel från olika industriella tillämpningsområden. I boken finns gott om referenser till tidskrifter och andra böcker om värmeöverföring. Tabeller med värmetekniska data för ett antal vanliga gaser, vätskor och konstruktionsmaterial ingår.

Karlebo handbok. Red. Eva Bonde-Wiiburg, Liber, Stockholm 2000 (Upplaga 15 utkommer under hösten 2000)

Kapitel 4 i handboken handlar om värmeteknik och här behandlas bland annat grundläggande värmeöverföring. De vanligaste sambanden presenteras och kommenteras. I ett antal tabeller visas värmetekniska data för ett flertal ingenjörsmässigt intressanta gaser, vätskor och fasta material.

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

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"

- 13-14 sept 2000 (Anmälan)
- 27-28 sept 2000 (Anmälan)

Kursen "Mätosäkerhet & kalibrering"

- 10-12 okt 2000 (Anmälan)

Jag vill ha mer information om:

- Snabbare ytmätning på rör
- Labfacility 2050. För 4-tråds Pt 100
- Laboratoriets ackrediteringsgränser

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
- Jag vill ha bilagan över lagerförda givare. (medföljde StoPextra 2/2000.)

Namn

Företag

Adress

Postnr Ort

Telefon Fax