

**HANDBOK**  
UTGÅVA 3 2012

# Ånga och Kondensat



FOR EVERY PROBLEM THERE IS A  
POSSIBLE SOLUTION. OUR MISSION  
IS TO FIND THAT SOLUTION.

## Denna handbok utgör en bearbetning av tidigare utgåvor och behandlar användning av ånga och återledning av kondensat i industriella anläggningar.

Boken innehåller kortfattad teoretisk information om ånga och kondensat samt ger råd och belyser problem som man ställs inför vid val av armatur samt vid dimensionering och uppbyggnad av ett ång- och kondensatsystem. Handboken behandlar i första hand användning av processånga upp till PN 40 i konventionella industrianläggningar. Nytt i handboken är ett avsnitt om normer, vilket har fått ökad aktualitet i samband med Sveriges EU-inträde. Pannarmatur och ångmätning är nya avsnitt. Installationsexemplen har omarbetats med ökad läsbarhet.

Artikelnummer som återfinns i bl a installations-exemplen kan sökas på vår hemsida [armatec.se](http://armatec.se) för fullständig artikelbeskrivning, eller kontakta oss.

Handboken är avsedd att användas som hjälp vid dimensionering och uppbyggnad av ett ång- och kondensatsystem, men kan också användas i samband med utbildning av personer med en teknisk bakgrund.



Produkt- och Marknadsansvarig



Avsnitt	ALLMÄNT	Sida
<b>0.1</b>	Definitioner, enheter och sortomvandling .....	<b>6</b>
<b>0.2</b>	Normer .....	<b>7</b>

Avsnitt	ÅNGA	Sida
<b>1.1</b>	Allmänt .....	<b>9</b>
<b>1.2</b>	Värmeinhåll .....	<b>10</b>
<b>1.3</b>	Tryck-Temperatur-Volym-Densitet .....	<b>11</b>
<b>1.4</b>	Ångbildningskurvan .....	<b>11</b>
<b>1.5</b>	Ångtabellen .....	<b>12</b>
<b>1.6</b>	Mättad ånga .....	<b>12</b>
<b>1.7</b>	Överhettad ånga .....	<b>13</b>
<b>1.8</b>	Inverkan på luft och gaser .....	<b>13</b>

Avsnitt	ÅNG/KONDENSATSYSTEM	Sida
<b>2.1</b>	Allmänt .....	<b>14</b>
<b>2.2</b>	Funktion .....	<b>15</b>

Avsnitt	VATTEN I ENERGISYSTEM	Sida
<b>3.1</b>	Allmänt .....	<b>16</b>

Avsnitt	ÅNGPANNAN	Sida
<b>4.1</b>	Allmänt .....	<b>18</b>
<b>4.2</b>	Funktion .....	<b>18</b>

Avsnitt	ÅNGSYSTEMET	Sida
<b>5.1</b>	Allmänt .....	<b>20</b>
<b>5.2</b>	Val av ångtryck .....	<b>20</b>
<b>5.3</b>	Temperaturregerad ångtillförsel .....	<b>20</b>
<b>5.4</b>	Vibrationer .....	<b>21</b>
<b>5.5</b>	Dimensionering av ångledningar .....	<b>21</b>

Avsnitt	KONDENSATSYSTEM	Sida
<b>6.1</b>	Kondensering allmänt .....	<b>22</b>
<b>6.2</b>	Utnyttjande av kondensatets värmeinhåll .....	<b>22</b>
<b>6.3</b>	Kondensatavledningen .....	<b>23</b>
<b>6.4</b>	Ånglåsning .....	<b>34</b>
<b>6.5</b>	Underkylning av kondensat .....	<b>35</b>
<b>6.6</b>	Vattenslag .....	<b>35</b>
<b>6.7</b>	Korrosivt kondensat .....	<b>37</b>
<b>6.8</b>	Återledning av kondensat .....	<b>37</b>
<b>6.9</b>	Återvinning av expansionskärl .....	<b>39</b>
<b>6.10</b>	Dimensionering av kondensatledning .....	<b>40</b>

Avsnitt	ARMATUR	Sida
<b>7.1</b>	Allmänt .....	<b>42</b>
<b>7.2</b>	Avstängningsventiler .....	<b>42</b>
<b>7.3</b>	Nål och manometerventiler .....	<b>44</b>
<b>7.4</b>	Backventiler .....	<b>44</b>
<b>7.5</b>	Smutsfilter .....	<b>45</b>
<b>7.6</b>	Reglerventiler .....	<b>46</b>
<b>7.7</b>	Vaccumventiler .....	<b>49</b>
<b>7.8</b>	Vätskeståndsställ .....	<b>49</b>
<b>7.9</b>	Bottenblåsningsventiler .....	<b>50</b>
<b>7.10</b>	Avsaltningsventiler .....	<b>50</b>
<b>7.11</b>	Säkerhetsventiler .....	<b>51</b>
<b>7.12</b>	Ångmätning .....	<b>53</b>

Avsnitt	INSTALLATION	Sida
<b>8.1</b>	Allmänt .....	<b>54</b>
<b>8.2</b>	Utomhusinstallationer - frysrisk .....	<b>56</b>
<b>8.3</b>	Placering av avluftare .....	<b>56</b>

Avsnitt	ÅNGAVVATTENTABELL	Sida
<b>9.0</b>	Ång/vattentabell .....	<b>72</b>

## 0.1 Definitioner, enheter och sortomvandling

Ett ång- och kondensatsystem måste konstrueras så att systemen motsvarar brukarens funktions- och säkerhetskrav.

### DEFINITIONER

<b>Mättad ånga</b>	Ånga när den övergår från vatten till ånga
<b>Överhettad ånga</b>	Ånga som upphettats över mättningstemperaturen
<b>Torr ånga</b>	Ånga som inte innehåller vatten
<b>Entalpi</b>	Ångans eller vattnets värmeinhåll, kJ/kg
<b>Vätskevärme</b>	Vattnets värmeinhåll, kJ/kg
<b>Ångbildningsvärme</b>	Värmemängden (kJ/kg) som krävs för att överföra kokande vatten till ånga
<b>Överhettningensvärme</b>	Värmemängden (kJ/kg) som krävs för att överföra mättad ånga till överhettad ånga
<b>Ekonomiser</b>	Värmeväxlare för förvärmning av matarvatten
<b>Överhettare</b>	Värmeväxlare för upphettning av mättad ånga

### ENHETER OCH SORTOMVANDLING

<b>Tryck</b>	bar (a), övertryck bar (e), absoluttryck bar (a) = bar (e) + 1
<b>Temperatur</b>	°C
<b>Volymitet, vatten</b>	v' m <sup>3</sup> /kg
<b>Volymitet, ånga</b>	v'' m <sup>3</sup> /kg
<b>Densitet, vatten</b>	ρ' kg/m <sup>3</sup>
<b>Densitet, ånga</b>	ρ'' kg/m <sup>3</sup>
<b>Samlad densitet/volym:</b>	$\rho' = \frac{1}{v'}$ $\rho'' = \frac{1}{v''}$
<b>Effekt</b>	kJ/h, kW, MW, Mcal/h, kcal/h 1 MW = 3 600 000 kJ/h 1 kW = 3 600 kJ/h Mcal/h = 4 187 kJ/h kcal/h = 4,19 kJ/h
<b>Erforderlig ångmängd i kg/h erhålls genom</b>	Ångmängd (kg/h) = $\frac{\text{Effekt (kJ/h)}}{\text{Ångbildningsvärme (kJ/kg)}}$

## 0.2 Normer

Nya normer som berör ånganläggningar och därmed säkerhetsutrustning har nyligen publicerats som svensk standard.

### VATTENRÖRSPANNOR OCH HJÄLPINSTALLATION BEHANDLAS I SS-EN 12952 OCH UTGÖR 16 DELAR

<b>Del 1:</b>	Allmänt
<b>Del 2:</b>	Material och pannors tryckbärande delar och tillbehör
<b>Del 3:</b>	Konstruktion och beräkning av tryckbärande delar
<b>Del 4:</b>	Beräkningar av återstående livslängd
<b>Del 5:</b>	Tillverkning av pannans tryckbärande delar
<b>Del 6:</b>	Tillverkningskontroll, dokumentering och märkning av pannans tryckbärande delar
<b>Del 7:</b>	Krav på pannans utrustning
<b>Del 8:</b>	Krav på eldningssystem för flytande och gasformiga bränslen
<b>Del 9:</b>	Krav på eldningssystem för pulveriserat fast bränsle
<b>Del 10:</b>	Krav på skyddsanordningar mot skadligt tryck
<b>Del 11:</b>	Krav på utrustning för vakter och säkerhetssystem för pannor och tillbehör
<b>Del 12:</b>	Krav på matarvatten och pannvattenkvalitet
<b>Del 13:</b>	Krav på rökgasreningssystem
<b>Del 14:</b>	Krav på DENOX-system för trycksatt ammoniak i vätskefas samt ammoniak löst i vatten
<b>Del 15:</b>	Prestandaprov
<b>Del 16:</b>	Krav på roster och på flytande bädd eldningssystem för fasta bränslen

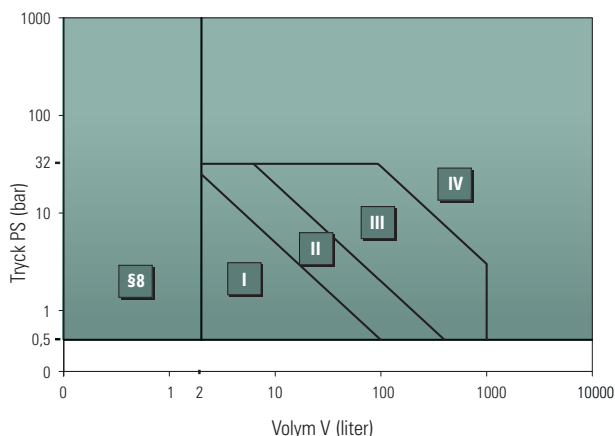
### FÖR ELDRÖRSPANNOR GÄLLER SS-EN 12953 MED 13 DELAR

<b>Del 1:</b>	Allmänt
<b>Del 2:</b>	Material för pannors tryckbärande delar och tillbehör
<b>Del 3:</b>	Konstruktion och beräkning av tryckbärande delar
<b>Del 4:</b>	Tillverkning av pannans tryckbärande delar
<b>Del 5:</b>	Tillverkningskontroll, dokumentering och märkning av pannans tryckbärande delar
<b>Del 6:</b>	Krav på pannans utrustning
<b>Del 7:</b>	Krav på eldningssystem för flytande och gasformiga bränslen
<b>Del 8:</b>	Krav på skyddsanordningar mot skadligt tryck
<b>Del 9:</b>	Krav på vakter och säkerhetssystem för pannor och tillbehör
<b>Del 10:</b>	Krav på matarvatten och pannvattenkvalitet
<b>Del 11:</b>	Prestandaprov
<b>Del 12:</b>	Krav på eldningssystem för fasta bränslen
<b>Del 13:</b>	Driftinstruktioner

Dessa standarder är på engelska och harmoniserade mot AFS 1999:4, Tryckkärlsdirektivet, vilket innebär en tvingande status.

## 0 Allmänt

Tryckkärlsdirektivet, AFS 1999:4, anger att för ångpanna, om volymen är större än 2 liter, kommer pannan att klassas i någon av kategorierna I-IV. Försäkran om överensstämmelse skall utfärdas av tillverkaren. Utrustningen skall CE-märkas.



Kategorier för utrustning, som värms med direkt låga eller på annat sätt, som medför risk för överhettning, och är avsedd för produktion av ånga.

Säkerhetsutrustning för pannor i kategorierna I-IV skall normalt klassas i kategori IV. Detta gäller specifikt för säkerhetsventiler och annan utrustning som enbart har en säkerhetsrelaterad funktion.

Användning av pannanläggning regleras i AFS 2002:1 och gäller för ånganläggningar >5 kW.

Föreskriften AFS 2002:1 omfattar krav på riskbedömning, program för fortlöpande tillsyn och övervakning av pannanläggning. Alla ånganläggningar >5 kW skall vara försedda med katastrofskydd och besöksfrekvensen vid periodisk övervakning beror på typ av katastrofskydd.

Katastrofskydd*	Ångpanneanläggningar och fastbränsleanläggningar		Hetvattenanläggningar	Varmvattenanläggningar
	≤ 1,5 MW	> 1,5 MW		
Vanligt	1 gång per/dygn	2 gång per/dygn	1 gång per/dygn	Skall övervakas i den omfattning som behövs för att säkerheten inte skall äventyras.
Självövervakande	Efter bedömning av AKO 1 gång/dygn, under helger tillåts intervallet 72 timmar.		Intervall 48 timmar, under helger 72 timmar.	

\*) Alla slutna pannanläggningar måste vara försedda med katastrofskydd, oavsett om de står under ständig övervakning eller inte.

Tabell besöksfrekvens med periodisk övervakning



## 1.1 Ånga allmänt

I alla industriella anläggningar krävs energi för att driva processer av olika slag. Energin som används kan vara i form av elektricitet, ånga, tryckluft, hydraulik, etc. Energin kan överföras från den ena formen till den andra. Bl.a är det vanligt att ånga används för att göra elkraft (ångturbiner kopplade till generator) eller att el användes för att driva kompressorer för tryckluft eller hydraulmotorer. Vilken energiform som skall användas får bedömas från fall till fall.

Ånga är en utmärkt energibärare både från ekonomisk och teknisk synpunkt. Vatten är billigt och det finns överallt i stora mängder. Ångan är effektiv när det gäller att överföra stora mängder energi.

Alla vet vad som händer när vatten i en kastrull börjar koka - **ånga bildas**.

Vad är det egentligen som händer i kastrullen från det att man håller i kallt vatten till dess ånga börjar bildas?

När kastrullen med det kalla vattnet placerats på kokplattan eller lågan börjar värmeenergi transporteras genom kärlets botten till vattnet. Den kontinuerliga energitillförseln värmer upp vattnet tills det slutligen börjar koka.



Den energi som ändå tillförs går åt till att koka bort vattnet som omvandlas till ånga.

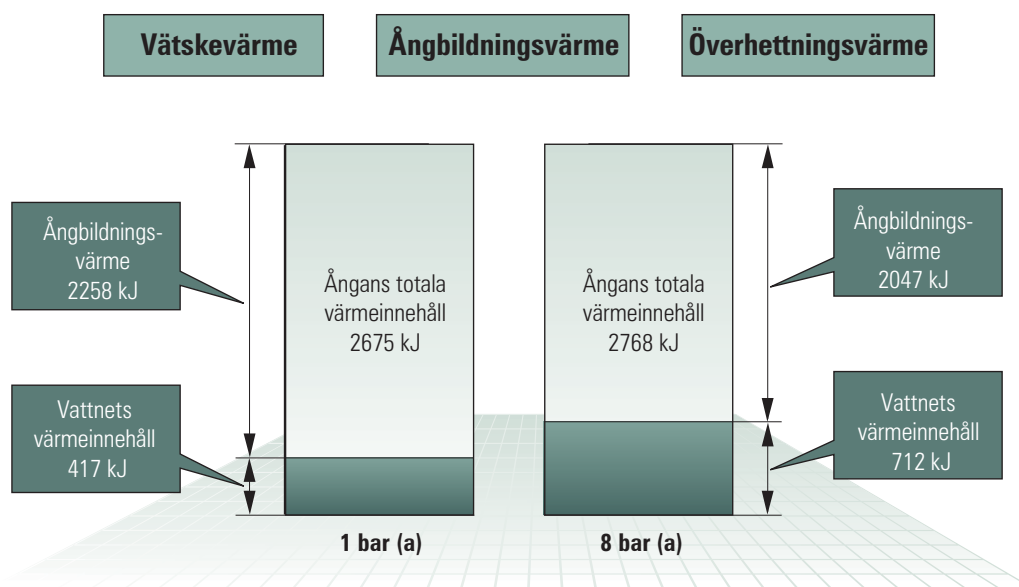
Ånga bildas alltid vid vätskeytan, men vid kokning även som blåsor inuti vätskan.

Ångan används mycket för industriellt bruk. Exempel är uppvärmning av lokaler, uppvärmning i industriprocesser, drivning av pumpar och turbiner för olika ändamål.

Man kan använda olika värmekällor (olja, gas, el, kol, kärnkraft, etc.). Ångan är lätt att kontrollera och distribuera i ett rörledningssystem.

## 1.2 Värmeinhåll

Ångans totala värmeinhåll (entalpi) kan delas upp i tre olika delar:



Figur 1 Värmeinhåll per kg

**Vätskevärme** är vattnets värmeinhåll upp till kokpunkten. Vid atmosfärstryck kokar vattnet vid 100 °C och då är vattnets vätskevärme 417 kJ/kg.

**Ångbildningsvärme** är den energi som åtgår för att ombilda vatten till ånga (mättad ånga) och som sedan återvinnes när ångan kondenserar.

För att omvandla 1 kg vatten (1 liter) med temperatur 100 °C vid atmosfärstryck till ånga med

samma temperatur och tryck åtgår 2258 kJ/kg (0,6 kWh).

**Överhettningvärme** är den energi som tillförs den mättade ångan och höjer temperaturen över 100 °C. Överhettningen börjar när allt vatten i ångan har blivit ånga, s k torr ånga. Överhettning sker i s k överhettare som är helt skilda från vattnet i ångpannan. I annat fall kommer energin att åtgå för att förångare mer vatten.

## 1.3 Tryck-Temperatur-Volym-Densitet

Vi har hittills talat om förhållandena vid atmosfärstryck. När trycket ökar ändras förutsättningarna enligt följande.

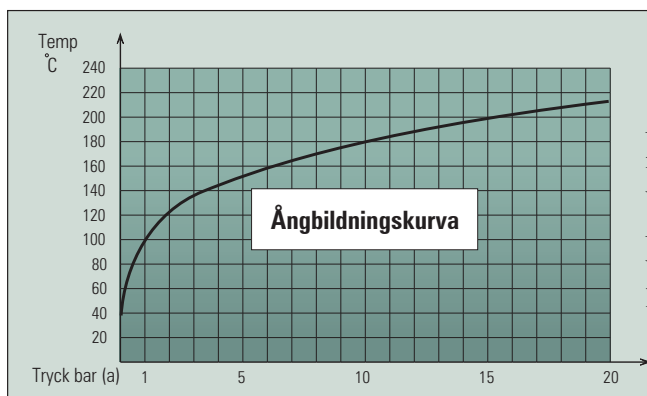
När trycket stiger kokar vattnet inte längre vid 100 °C utan vid en högre temperatur. Exempelvis är vattnets kokpunkt 170,5 °C vid 8 bar (a). Det erfordras då en större värmemängd för att få vattnet till kokpunkten men en mindre värmemängd för att få det att koka.

- ✓ Vätskevärmets ökar med ökande tryck.
- ✓ Ångbildningsvärmets minskar med ökande tryck.

Vid trycket 221,2 bar (a) är ångbildningsvärmets = 0, dvs. vattnet övergår okontrollerat till ånga utan att värme tillföres.

**Detta kallas det kritiska trycket.**

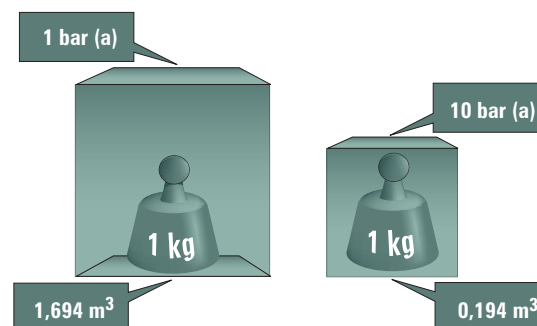
## 1.4 Ångbildningskurvan



- **Ångans volym ändras med trycket.** Om 1 kg vatten omvandlas till ånga får vi 1 kg ånga.

Volymen hos 1 kg ånga vid atmosfärstryck är 1,694 m<sup>3</sup>. Vid trycket 10 bar (a) upptar samma mängd ånga endast 0,194 m<sup>3</sup>.

Densiteten erhålls genom att invertera volymiteten. Densiteten för ånga vid atmosfärstryck är 0,5904 kg/m<sup>3</sup> och vid 10 bar (a) 5,147 kg/m<sup>3</sup>.



Figur 2 Exempel tryck-volym

Ångbildningskurvan visar förhållandet mellan den mättade ångans tryck och temperatur, dvs vid vilken temperatur ångan kokar vid olika tryck. Ångbildningskurvan visar mättningstemperaturen vid varje tryck. Ytan över kurvan innebär överhettad ånga och ytan under visar vattenfas.

## 1.5 Ångtabellen, Molliers h,s diagram

För att kunna utföra beräkningar och dimensioneringar av ångsystemet krävs information och data om ångan vid olika tillstånd.

Denna information erhålles ur ångtabeller eller Mollier h,s diagram.

p bar	Temp °C	Volym Vatten m <sup>3</sup>	Volym Ånga m <sup>3</sup>	Entalpi Vatten kJ/kg	Ångbildnings Entalpi kJ/kg	Entalpi Ånga kJ/kg	Entropi Vatten kJ/kg, °C	Entropi Ånga kJ/kg, °C
38	247,31	0,001245	0,05246	1072,78	1728,95	2801,74	2,7690	6,0909

Figur 4 redovisar ångtabell för mättad ånga vid 38 bar (a)  
Ångtabell för temp. 0-374,15 °C, återfinns på sid. 72-73

## 1.6 Mättad ånga

När det råder jämvikt mellan ångan och vattenytan, dvs. när lika många molekyler avdunstar från vattenytan som under samma tid kondenserar tillbaka och blir vatten, är ångan **mättad**. Det då rådande trycket kallas **mättningstrycket** eller **maximitrycket**.

Ångtabellen visar att mot ett visst tryck svarar alltid en viss temperatur, ångans mättnings temperatur. Omvänt gäller att en viss temperatur svarar mot ett visst tryck.

Mättad ånga har genererats i kontakt med vatten, dvs. ångan har samma tryck och temperatur som det kokande vattnet.

Ångtabeller är i regel baserade på **torr mättad ånga** dvs. ånga som inte innehåller några fria vattenpartiklar.

Detta är ånga som man knappast finner i praktiken. Tabellernas uppgifter är dock tillräckligt noggranna för våra beräkningar.

## 1.7 Överhettad ånga

Överhettad ånga bildas när den torra mättade ångan tillföres ytterligare värme.

I motsats till mättad ånga finns det inget enkelt samband mellan den överhettade ångans tryck och temperatur.

Överhettad ånga används i huvudsak vid tryck över 30 bar och oftast i samband med kraftproduktion (ångturbiner), torkning samt vid transport av ånga i långa ledningar.

Överhettning ökar den termiska verkningsgraden

## 1.8 Inverkan av luft och gaser

Luft har en mycket ogynnsam inverkan på ett ångsystem. Till luft räknas här också andra icke kondenserbara gaser såsom fritt syre och koldioxid. De största problemen är:

- ✓ Försämrade värmeöverföring
- ✓ Minskning av distribuerad ångmängd
- ✓ Kalla zoner kan bildas på värmeytorna
- ✓ Korrosion

Den allvarligaste inverkan av luft är försämrade värmeöverföring. Luft är ju en extremt dålig värmeledare vilket utnyttjas vid isolering.

samt förhindrar kondensering i ledningar och maskiner. Härigenom minskar risken för korrosion.

Eftersom överhettad ånga är torr uppför den sig i det närmaste som andra gaser och avger sitt överhettningvärme långsamt. Den kan inte börja kondensera och avge sitt stora ångbildningsvärme förrän överhettningen är borta och temperaturen har sänkts till mättningstemperaturen. Eftersom den överhettade ångans temperatur inte står i bestämd relation till trycket är det svårare att reglera temperaturen i en process där man arbetar med överhettad ånga.

### Några praktiska exempel på inverkan av luft i ångsystem:

- ✓ Närvaro av luft i en kokgryta inom livsmedelsindustrin ökade koktiden från 12,5 till 20 minuter.
- ✓ En lufthalt på 6% i ångan till en varmvattenberedare reducerar effekten med ca 30%.
- ✓ Inom sjukvården kan luft i steriliseringsautoklav förhindra sterilisering.

**Luften i ett ångsystem tas bort med hjälp av automatiska termostatiska avluftare. Man utnyttjar då det faktum att ånga och luft har olika temperaturer. Luften är alltid kallare än ångan. Manuella ventiler för avluftning är också vanligt förekommande.**

## 2.1 Allmänt

Ett ång- och kondensatsystem är i princip ett slutet system där vatten upphettas till ånga i ångpannan och kondenseras i de olika förbrukarna eller i en kondensor. Detta kretslopp fortsätter kontinuerligt styrt av ett reglersystem.

Ånga kan läcka ut eller tappas ur systemet av olika anledningar men ersätts då med motsvarande mängd i matarvattentanken.













Principskemat på nästa sida visar det slutna kretsloppet ånga - kondensat. Varje system är givetvis beräknat och konstruerat efter sina speciella krav

och förutsättningar men huvudflödet är i princip detsamma.

I principskemat är inte ekonomiser (matarvattenförvärmning) eller överhettare för ånga medtaget. Dessa funktioner finns beskrivna i kapitel 4 Ångpannan. För mera detaljerad information, se installationsexempel sidan 57-72

**Trycket angivs oftast i bar som övertryck bar (e). I det fall att tryck anges i absoluttryck, bar (a) gäller:  
bar (a) = bar (e) + 1**

### Armatyr ritas normalt med symboler som harmonierar med DIN2481

	<b>KOMPLETT REDUCERSTATION</b>		<b>SIL</b>		<b>MANUELL STRYPVENTIL</b>
	<b>SEPARATOR</b>		<b>ÅNGFÄLLA</b>		<b>VENTIL MED DON</b>
	<b>AVSTÄNGNINGSVENTIL</b>		<b>AVLUFTARE</b>		<b>VENTIL MED PNEUMATISKT DON</b>
	<b>BACKVENTIL</b>		<b>SÄKERHETSVENTIL</b>		<b>VENTIL MED ELEKTRISKT DON</b>



## 3.1 Vatten i energisystem

**Vatten har olika egenskaper vid olika tryck och temperatur. Dess innehåll av partiklar, joner och föreningar kommer att påverka vattnets egenskaper ytterligare i olika faser. Det är därför mycket viktigt att använda vatten av hög kvalitet i ett energisystem.**

Föreningar i form av salter, joner, hårdhetsbildare, koldioxid och humus etc., kan orsaka beläggning på tuber, korrosion, skumbildning, pannsten eller andra materialskador som i sin tur minskar pannans effekt och livslängd av systemet. Spädvatten ersätter förluster i energisystemet och dess kvalitet är av stor betydelse.

### Riktlinjer

SS-EN 12952 och SS-EN 12953 är harmoniserade standarder för att säkerställa en säker tillverkning av vattenrörspannor och eldrörspannor samt att minimera riskerna vid idrifttagande och fortsatt underhåll av pannan. Dessa standarder gäller för hetvatten- och ångpannor. I del 12 av SS-EN 12952 återfinns ”Krav på matarvatten och pannvattenkvalitet”. SIS som står bakom den svenska standarden menar att standarden skall betraktas som en rekommendation.

### Reducering och dosering

I de fall sjö- och älvvatten används som råvatten kan halten humus och andra organiska föreningar vara hög. Flockning reducerar humus, lerpartiklar andra organiska föreningar och är viktigt då dessa föreningar kan ge upphov till skumbildning i pannan och senare förorenad ånga.

För att undvika utfällning som pannsten, andra avlagringar och beläggningar bör hårdhetsbildarna, salter samt andra ämnen som kisel-föreningar, järn och mangan reduceras eller avlägsnas. Pannsten ger upphov till beläggningar som hindrar värmeöverföring från tuberna.

Avhärdat vatten innebär att hårdhetsbildare, kalcium och magnesium, tagits bort, vattnet är dock inte fritt från salt. Avsaltat vatten har inga hårdhetsbildare och både katjoner och anjoner har reducerats mycket kraftigt. Det finns olika grader av avsaltat vatten, beroende på metoden och typ av filter som används.

Ångan som lämnar pannan innehåller inga salter. Eftersom ångan är saltfri blir condensatet också saltfritt. Däremot kan flyktiga föreningar som kolsyra och andra flyktiga organiska syror, följa med ångan från pannan. När ångan kondenserar kan syrorna ge upphov till lågt pH-värde, condensatet kan därmed bli korrosivt och förorsaka materialskador. Generellt är condensatet renare än spädvattnet men i vissa fall kan det vara nödvändigt att rena eller avlägsna förorenat condensat innan det går tillbaka till matarvattentanken.



Genom avgasning minskas halten syre, koldioxid och kolsyra i spädvattnet detta för att minska risken för korrosion. Punktvis frätning kallas pitting. Pitting syns ofta som en upphöjning från insidan pannan och kan orsakas av för höga halter alkali och föroreningar som slam.

När ångan lämnar pannan ökar koncentrationen av salter och slam i pannvattnet. Detta ökar risken för utfällning och korrosion. För att förhindra alltför hög koncentration gör bottenblåsning av pannan. Utblåsning görs olika frekvent beroende på vattnets kvalitet. Ett totalavsaltat spädvatten innebär mindre antal bottenblåsningar. Detta är önskvärt eftersom bottenblåsning är kostsamt, då värmeförlusterna är stora samt att behandlat vatten dumpas.

Reducering och eliminering av föroreningar, salter och gaser kompletteras också med dosering av kemikalier för att uppnå önskade förhållanden i energisystemet. Dosering av t.ex. ammoniak kan göras för att höja pH och därmed minska risken för korrosion.

### **Betydelse av vattenkvalitet.**

Vattnet som används i pannor bör behandlas, genom att avlägsna ämnen, partiklar, joner och genom dosering av kemikalier som ändrar vattnets egenskaper. Dagens energianläggningar spädmatas i allt större grad med vatten av högre kvalitet, dvs. avsaltat istället för avhärdat spädvatten. Det är vanligare att även mindre anläggningar använder avsaltat spädvatten då investeringskostnaderna för avsaltningsanläggningar blivit lägre. Avsaltat spädvatten rekommenderas i princip för alla ångproducerande energianläggningar. Driftsekonomi blir bättre med avsaltat spädvatten jämfört med avhärdat spädvatten.

- ✓ **Behovet av bottenblåsning minskar.**
- ✓ **Minskad risk för korrosion.**
- ✓ **Beläggingsgraden på panntuberna minskar.**
- ✓ **Mängden doseringskemikalier blir mindre.**
- ✓ **Allmänna underhållet på pannan blir lägre.**

## 4.1 Allmänt

En ångpanna består av följande huvuddelar: **Tryckkärldel** för vatten och ånga, **Eldstaden** där förbränningen sker samt **Gasrummet** som omger eldstaden och pannans gasförande delar. Gasrummet är anslutet till rökupptaget.

Ånga framställs genom att vatten upphettats till kokpunkten och därefter tillförs ytterligare värme. Vattnet förångas då och bildar mättad ånga.

Ånga bildas från vattenytan men vid kokning också som blåsor inne i vätskan.

Bränslet till ångpannan kan vara fast, flytande eller i gasform.

Det finns ett antal olika konstruktioner av ångpannor, men den som beskrivs här nedan är en av de vanligaste typerna.

För att förbättra ångpannans verkningsgrad nyttjas rökgasernas värmeinnehåll. Ofta installeras en sk ekonomiser för att förvärma det inkommande matarvattnet.

Man kan också använda luftförvärmare för att värma den förbränningsluft som tillföres pannan.

I vissa sammanhang – speciellt vid stora effekter och tryck över 30 bar och i samband med turbindrif – används överhettad ånga. Den mättade ångan tillförs då ytterligare värme i en sk överhettare.

Ångpannan är försedd med en mängd olika armatur för reglering, säkerhet, drift och provtagning.

De två huvudtyper av ångpannor som behandlas här är vattenrörspannan och eldrörspannan.

Krav på säkerhetsutrustning för de två panntyperna skiljer sig åt, se kapitel 0.2 Normer.

## 4.2 Funktion

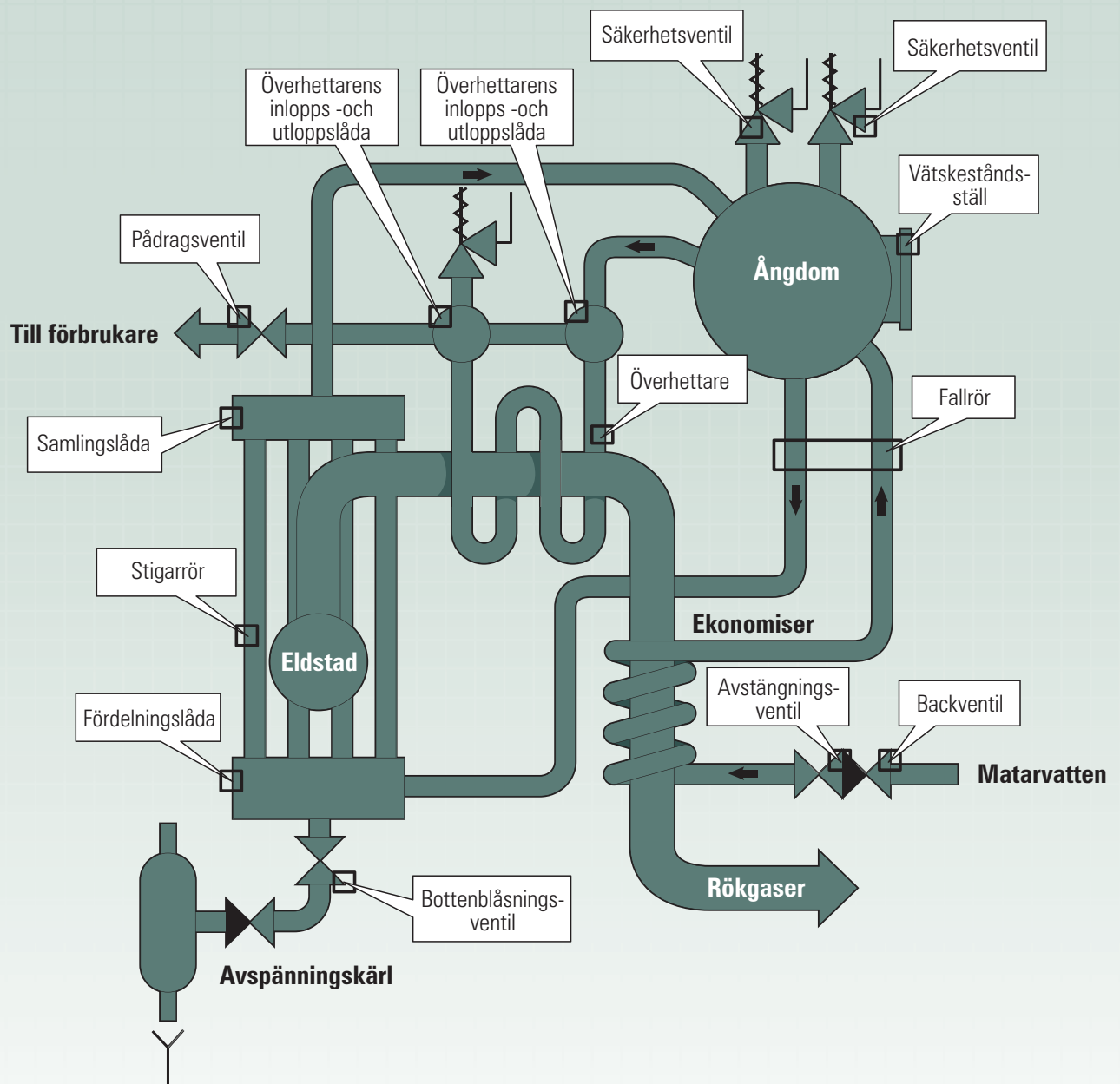
### 4.2.1 Vattenrörspanna

Ångdomen, som är nivåreglerad via matarvattenledningen, förser eldstaden med vatten. Vattnet fyller fördelningslådan via fallrören.

Vattnet fyller även stigarrören och samlingslådan. Vid kokning frigörs ångblåsor inne i stigarrören. Ångblåsorna stiger upp till samlingslådan och därifrån leds de via förbindelserören till ångdomen. Ångan släpps ut i nätet via pådragsventilen och ångledningen. En vattenrörspanna skall utföras enligt SS-EN 12952.

### 4.2.2 Eldrörspanna

Funktionen är likartad som för en vattenrörspanna dock med den väsentliga skillnaden att förbränningen sker i rören som är omgivna av vatten. En eldrörspanna skall utföras enligt SS- EN 12953.



Figur 6 Vattenrörspanna, principschema

## 5.1 Allmänt

**Detta kapitel behandlar den delen av systemet som distribuerar ångan från ångpannans pådragsventil till de olika förbrukarna (turbiner, uppvärmning, processer etc.).**

## 5.2 Val av ångtryck

Med hänsyn till värmeförlusterna och kapitalinsatserna för rörledningarna är det i regel fördelaktigt att använda så högt tryck som möjligt i distributionsnätet. Pannans säkerhetsventiler bör ha ett öppningstryck motsvarande pannans högsta tillåtna tryck. Lämpligt driftstryck i ångsystemet blir då ca 85 % av säkerhetsventilens öppningstryck.

Vid förbrukningsstället bör sedan ångans tryck reduceras till lägsta möjliga tryck som kan ge tillräckligt värmeutbyte i processen under önskad tid. Man måste dock ha tillräckligt tryck för att bli av med kondensatet.

Vid dimensionering av ångledningar skall man ta hänsyn till att ånghastigheten inte blir så stor att den medför oljud. Hastigheten bör inte överstiga 30 m/sek.

## 5.3 Temperaturreglerad ångtillförsel

För att ett ångsystem skall fungera som det är tänkt, måste temperaturen i systemet kunna regleras kontinuerligt. Enligt kapitel 1.6 finns ett bestämt samband mellan den mättade ångans temperatur och tryck. Genom att reglera trycket kan man alltså reglera temperaturen. Trycket regleras med en reglerventil. Låt oss ta ett exempel:

✓ *I en varmvattenberedare värms vattnet med en ångslinga. Ångan kondenserar i slingan och avger sitt ångbildningsvärme, som leds genom rörväggen och värmer vattnet. Eventuellt börjar vattnet koka.*

✓ *Värmeöverföringen är direkt beroende av temperaturskillnaden mellan vattnet i beredaren och ångan i ångslingan. För att hindra vattnet att koka måste värmeöverföringen minskas.*

✓ *Enklaste sättet att åstadkomma detta är att sänka ångans temperatur. Detta minskar temperaturskillnaden mellan ångan och vattnet och minskar därigenom också värmeöverföringen.*

Den enda möjlighet vi har att sänka ångans temperatur är att sänka dess tryck, eftersom tryck och temperatur alltid står i en bestämd relation. Vi placerar således en reglerventil i ångledningen och stryper gradvis ned trycket, och därmed temperaturen, tills ett önskat jämviktsläge i processen inträder.

I praktiken sker denna reglering automatiskt. Installationsexempel 08 visar ett sådant arrangemang.

Eftersom reglerventilen gradvis höjer respektive sänker ångtrycket i slingan från ett maximum till ett minimum, t o m vakuum förekommer, måste kondensatavledaren arbeta inom ett stort tryckområde. Avledaren skall kunna dränera vid alla förekommande tryck. Det är alltså viktigt att välja rätt ångfälla. Se kapitel 6.3.

## 5.4 Vibrationer

I allmänhet är inte ånganläggningar utsatta för vibrationer i någon större omfattning. Det finns dock anläggningar där man måste ta hänsyn till vibrationer, såsom system med ångdrivna kolv-pumpar, hammare etc.

## 5.5 Dimensionering av ångledningar

Det är av stor vikt att rörledningarna dimensioneras rätt dels med tanke på säkerheten och dels med tanke på systemets funktion och driftsekonomi.

Alltför små ledningar ger stora tryckfall med följd att vi får för lågt ångtryck vid förbrukaren. Vidare kan vibrationer och störande ljud förekomma. För stora ledningar ger högre installationskostnader. Man får också räkna med onödigt stora värmeförluster genom rör och isolering.

Andra exempel är installationer ombord på fartyg där yttre krafter från propellrar och vågor kan överföra kraftiga vibrationer till ångsystemet.

Man bör i sådana fall välja armatur med så få rörliga delar som möjligt och som tål att arbeta i en vibrerande miljö. Elastisk montering av vibrationskällor bör också beaktas.

Dimensionering av ångledningar sker enklast genom att använda datoranpassade beräkningsprogram för rördimensionering. Vid dimensionering baserad på tryckfall summeras engångsförlusten p.g.a. rårör, rörböjar och ventiler. Resultatet blir ett tryckfall som inte bör överstiga 1 bar. Överskrider tryckfallet 1 bar rekommenderas större rördimensioner. Dimensionering efter hastighet bör främst användas för kortare rörledningar och baseras på rekommenderade strömningshastigheter.

<b>Mättad ånga</b>	<b>25-30m/s</b>	<b>Överhettad ånga 40 bar (e)</b>	<b>30-60 m/s</b>
<b>Överhettad ånga 80 bar (e)</b>	<b>16-22 m/s</b>	<b>Överhettad ånga 100 bar (e)</b>	<b>15-20 m/s</b>

När det gäller mättad ånga kan man också använda sig av nedanstående tabell för enklare överslagsberäkningar.

Ångtryck bar (a)	DN											
	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150	
2	25	45	80	130	175	290	470	650	1100	1670	2440	
3	40	70	120	190	260	420	690	950	1610	2430	3570	
4	50	90	155	250	340	550	910	1250	2120	3200	4700	
5	65	115	190	315	420	690	1120	1550	2620	3950	5800	
6	75	140	230	375	500	820	1340	1840	3110	4700	6850	
7	90	160	270	440	580	950	1550	2120	3600	5400	7950	
8	100	180	305	490	660	1070	1750	2400	4050	6150	9000	
9	110	200	340	550	740	1200	1950	2700	4500	6900	10100	
10	125	220	370	610	810	1330	2150	3000	5000	7600	11100	
11	135	240	410	670	890	1460	2350	3250	5500	8300	12200	
12	150	260	440	720	970	1580	2550	3500	6000	9050	13300	
13	160	280	480	790	1050	1720	2800	3800	6500	9800	14300	

Figur 7 Tabell för överslagsberäkningar av rördiameter. Kapacitet angiven i kg/h vid en strömningshastighet på ca 30 m/s.

**Exempel: Det mättade ångflödet är 5000 kg/h, trycket 10 bar (a). Rördiametern blir 100 mm**

## 6.1 Inverkan av luft och gaser

När mättad ånga kommer i kontakt med en yta med lägre temperatur än sin egen börjar den omedelbart att värma upp ytan genom att avge sitt värme. Detta sker vid konstant tryck och temperatur. Ångan avger kontinuerligt sitt ångbildningsvärme och omvandlas till vatten, kondensat, med bibehållet tryck och temperatur. Detta innebär att ångan kondenserar. Eftersom vattenfasen endast innehåller vätskevärme måste den avgivna värmemängden utgöras av ångbildningsvärme.

Sammanfattningsvis innebär detta att **ångbildningsvärmets utför arbetet.**

## 6.2 Kondensatets värmeinnehåll – hur kan det utnyttjas?

Vattnet har vid kondensering lika hög temperatur som ångan och kan tyckas vara ett lika gott uppvärmningsmedia som ångan. Så är dock inte fallet.

När kondensat avger sitt vätskevärme sjunker dess temperatur till skillnad från ångans temperatur, som hela tiden förblir konstant.

Ångbildningsvärmets är dessutom tre till fem gånger större än vätskevärmets. Tidigare har vi fastslagit att det är ångbildningsvärmets som utför arbetet. Avgörande är det därför att ångan får tillträde till hela den yta som skall uppvärmas. Detta kan endast ske om kondensatet inte helt eller delvis täcker den yta som skall uppvärmas. Därför är det en förutsättning att kondensatet dräneras så snart det

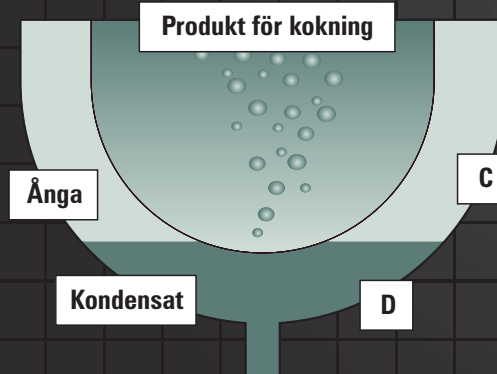
bildas och då friställer den yta som skall uppvärmas för maximal tillgång av ångan.

Vätskevärmets är på intet sätt förlorad värme utan kan användas bättre på annat håll i anläggningen. Det bästa sättet är att återleda det till pannan och där återanvända det som matarvatten vid ångproduktion. Se avsnitt 5.8 Återledning av kondensat.

**Låt oss se på ett exempel med såväl ångan som kondensatets inverkan vid uppvärmning av en process:**

Figuren visar en schematisk bild av en kokgryta och vi tänker oss följande situation:

- ✓ Ångtryck 3,0 bar
- ✓ Mättnings temperatur 133 °C
- ✓ Produktens temperatur 65 °C



Figur 8

Anläggningen är kall när ångan släpps på till ångmanteln. Ångan avger sitt ångbildningsvärme först till manteln och därefter till produkten och börjar att kondensera. Det heta kondensatet rinner längs manteln och till dess lägsta punkt. Om det får fortsätta att samlas där finner vi att nivån kommer att stiga och uppta allt större del av mantelns ångrum. Därmed blir tillgänglig värmeöverföringsyta succesivt mindre. Hur detta kan se ut framgår av illustrationen.

Varje kilo mättad ånga, som kondenserar avger 2163 kJ. Kondensatet som bildas är också 133 °C men kondensatets totala vätskevärme är endast 562 kJ. Se också förhållandena beskrivna i avsnitt 1.2 Värmeinhåll.

## 6.3 Kondensatavledning

### 6.3.1 Allmänt

När ångan avgivit sitt ångbildningsvärme och omvandlats till hett kondensat måste detta, på ett kontrollerat sätt, dräneras från ångrummet utan att ånga följer med. Hur ånga och kondensat separeras och kondensatet dräneras är av stor betydelse för hur man uppnår hög effektivitet och verkningsgrad i ånga/kondensatanläggningar.

De flesta ångförbrukande apparater och maskiner levereras enbart med en dräneringsstut för kondensatavledning. Det är sedan brukaren av anläggningen som arrangerar anslutning till befintligt kondensatsystem med ångfälla och övriga erforderliga ventiler.

Vid **C** är kondensatets temperatur 133 °C men vid **D** endast, låt oss anta 105 °C. Detta beror på att kondensatet har avgivit en del av sitt vätskevärme och detta medför omedelbart en temperatursänkning.

Temperaturskillnaden mellan ångan och produkten är 68 °C men mellan kondensatet vid **D** och produkten är den endast 40 °C. Värmeflödet från kondensatet till grytans kokrum är därför avsevärt mycket lägre jämfört ånga.

Sammanfattningsvis kan vi alltså konstatera att kondensatansamlingen i ångrummets botten minskar kokgrytans effektivitet.

**Processtiden förlängs och ångförbrukningen ökar om kondensat får samlas i ångrummet.**

En ångfälla är en automatisk ventilfunktion, som öppnar för och släpper igenom kondensat, luft och andra ej kondenserbara gaser, men stänger av för ånga. **Ångfällan är därmed "låset" mellan ångsystemet och kondensatsystemet** i såväl rörledningsnätet som ångförbrukande processapparater.

Överallt där ånga förekommer bildas kondensat. Då anläggningar och installationer varierar mycket finns inte en universell typ av ångfälla, som klarar alla driftfall. Vid val av ångfälla bör man gå systematiskt och noggrant till väga för optimal lösning.

## 6.3.2 Olika typer av ångfällor

Utbudet av olika tekniska lösningar hos ångfällor är relativt brett med flera tekniska variationer. Val av ångfälla kan därmed bli något komplicerat. För att försöka underlätta detta i våra installations-exempel har vi begränsat totala antalet varianter, väl medvetna om att det kan finnas enstaka installationer som kan kräva andra typer.

**Termiska:** Arbetar på skillnaden i temperatur mellan mättad ånga och till viss grad underkyllt kondensat.

**Varianter:** Kapsel-fälla och bimetallfälla

**Mekaniska:** Arbetar på skillnaden i densitet mellan ånga och kondensat.

**Variante:** Flottörfälla

Förekommande installationer är mycket varierande men kan delas in i följande huvudgrupper:

- ✓ Följeledningar eller värmehållning (tracing)
- ✓ Dränering av ång- och huvudledningar
- ✓ Processer
- ✓ Lokaluppvärmning
- ✓ Turbindränering

### Följande krav ställer man alltid på ångfällor

- ✓ Evakuera luft och ej kondenserbara gaser
- ✓ Avleda kondensat
- ✓ Varierande kapacitet och tryck
- ✓ Stänga för ånga

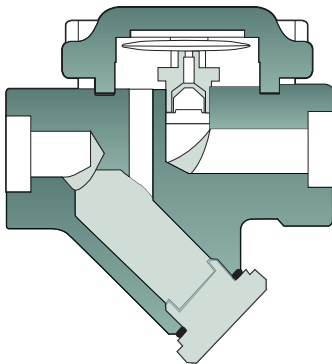
Därtill finns beroende på anläggningsförhållande och ångfällans placering vissa krav av teknisk, praktisk och ekonomisk art. Ex ångfällans kapacitet, anläggningens standard, livslängd, pris och installationskostnad.

## 6.3.3 Termiska ångfällor

Dessa ångfällor bygger på principen att en funktionsdel påverkas av temperaturvariationer. Därmed uppstår en rörelse som påverkar en ventil, som öppnar eller stänger. Funktionsdelen kan vara vätskefylld, som hos kapsel-fällor eller ha bimetall-paket som hos bimetall-fällan.



### 6.3.3.1 Kapselfälla



AT4420

Figur 9

Funktionsdelen är en vätskefylld kapsel. Vätskan har lägre kokpunkt än vatten. Denna temperaturskillnad redovisas som underkyllning.

Vid start är fällan helt öppen och avleder luft/gaser och kallvatten. Strax innan ångan når fällan förångas kapselns vätska, kapseln expanderar och den tidigare omtalade rörelsen stänger fällan. När sedan kondensatets temperatur sjunker kondenserar kapselns ånga. Rörelsen uppstår i motsatt riktning och ventilen öppnar. Det uppdämda, underkylda kondensatet kan nu strömma ut genom ångfällan.

Tack vare den lilla mängden fyllning i kapseln påverkas denna mycket snabbt av temperaturvariationer.

Kapselfällan kännetecknas därmed av snabbt arbetssätt och följer väl den mättade ångans temperatur/tryckkurva.

#### Lämpliga installationer

Vissa tankar, autoklaver, i vissa fall till pressar, torkar och ångstrykning, vulkaniseringsformar och ångstamsdränering.

Kapselfällans positiva egenskaper och begränsningar kan sammanfattas med följande:

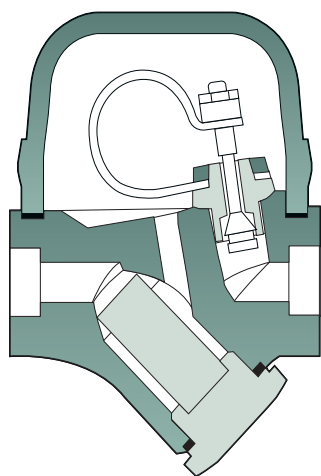
#### Positiva egenskaper

- ✓ Snabb reaktion på temperaturförändringar
- ✓ Bra för varierande belastning
- ✓ God avluftningsförmåga
- ✓ Okänslig för mottryck
- ✓ Fryssäker vid självdränerande installation
- ✓ Invändig backventilfunktion
- ✓ Utvändigt snedställt smutsfilter

#### Begränsningar

- ✓ Viss uppdämning av kondensat pga. stor underkyllning
- ✓ Ej lämplig för överhettad ånga

## 6.3.3.2 Bimetalfälla



AT4442

Figur 10

Funktionsdelen är bimetallenhet som dimensionerats för att ge tillräcklig funktionell kraft inom hela tryck/temperaturområdet så att såväl stängning och öppning sker med hänsyn till underkylning.

Vid start är fällan helt öppen och avleder luft/gaser och kallvatten. Med stigande temperatur eftersträvar bimetallenheten att ge ventilen en stängande rörelse. Helt stängd är fällan när temperaturen är den redovisade underkylningen lägre än mätningstemperaturen. När condensatet svalnar under underkylningen eftersträvar bimetallenheten att ge ventilen en öppnande rörelse och condensatet släpps igenom.

Arbetsättet har en viss tröghet och för att eliminera ångläckage ger man bimetalfällor en relativt kraftig underkylning. Ca 30°C är vanligt förekommande underkylning.

### Lämpliga installationer

Följeledningar (tracing), vissa tankar, och behållare utan reglering, installationer där tryckslag kan förekomma och där underkylning eftersträvas ur energisparpunkt.

### Bimetalfällans positiva egenskaper och begränsningar kan sammanfattas med följande:

#### Positiva egenskaper

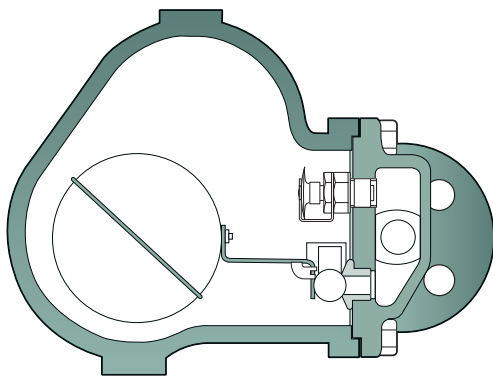
- ✓ Utnyttjar condensatets energinnehåll
- ✓ Lämplig för överhettad ånga
- ✓ Bra vid varierande belastning
- ✓ God avluftningsförmåga
- ✓ Relativt okänslig för mottryck
- ✓ Okänslig för vattenslag
- ✓ Fryssäker vid självdränerande installation
- ✓ Inget ångläckage pga 30 °C underkylning
- ✓ Stort tryckområde
- ✓ Invändig backventilfunktion
- ✓ Utvändigt snedställt smutsfilter

#### Begränsningar

- ✓ Viss uppdämning av condensat pga. stor underkylning
- ✓ Olämplig vid krav på snabbt arbetsätt

## 6.3.4 Mekaniska fällor

### Flottörfälla



AT4494

Figur 11

Som beteckningen antyder arbetar dessa fällor mekaniskt genom att utnyttja skillnaden i densitet mellan ånga, som är gasform och kondensat, som är vätska.

Denna ångfälla har två separata funktionsdelar, dels en avluftningsventil för avledning av luft/gaser. Avluftningsventilen arbetar kontinuerligt, alltså såväl under uppstart när ångsystemet är kallt som när det är uppvärmt till mättningsstemperatur.

Flottören lyfts av kondensat som släpps ut så snart det bildas. När ångan kommer in i fällan orkar den pga sin låga densitet inte hålla upp flottören som stänger och förhindrar att ånga avleds.

Kondensatets nivå är något högre än ventilmekanismen och fungerar därmed som vattenlås, vilket förhindrar ångläckage.

#### Lämpliga installationer

Vid stora kondensatmängder, varierande tryck samt alltid i samband med temperaturreglerande förbrukningsställen. Exempelvis:

<b>Värmeväxlare</b>	<b>Lågpunkter</b>
<b>Varmvattenberedare</b>	<b>Sepatarorer</b>
<b>Oljefövärmare</b>	<b>Kokgrytor</b>

#### Flottörfällans positiva egenskaper och begränsningar kan sammanfattas med följande:

##### Positiva egenskaper

- ✓ Avleder kondensat vid mättnings-temperaturen därmed ingen uppdamning av kondensat
- ✓ Lämplig för varierande tryck och belastning
- ✓ God avluftningsförmåga
- ✓ Hög kallvattenkapacitet
- ✓ Bästa val vid temperaturreglerande installationer

##### Begränsningar

- ✓ Kan skadas av tryckslag
- ✓ Kräver separat backventil
- ✓ Kräver separat smutsfilter
- ✓ Ej lämplig vid minustemperaturer
- ✓ Speciell modell för vertikalt montage

## 6.3.5 Läckage hos ångfällor

Driftförhållanden som ger mekaniskt slitage och korrosion leder till att den önskade funktionen inte kan upprätthållas utan läckage uppstår. Detta medför att ånga läcker in till kondensatsystemet. Ånga har ett pris och måste därmed användas optimalt. Därmed krävs att ångfällorna periodvis kontrolleras och underhålls. Sker inte detta inträffar följande:

### Exempel:

En ångfälla läcker 10 kg/h ånga vid kontinuerlig drift. På en månad blir detta ca 7000 kg. Om vi sätter priset på ångan till 300kr/ton kostar ångförlusten 2100:-/månad. I anläggningar med stora antal ångfällor, där en andel av dessa läcker blir kostnaderna avsevärda.

## 6.3.6 Checklista för optimalt val av ångfälla

- ✓ Typ av installation, se även gruppering under avsnitt 5.3.2-Olika typer av ångfällor
- ✓ Tryck och temperatur, se även 5.3.9- Tryck-och temperaturförhållanden
- ✓ Kondensatmängd, se även avsnitt 5.3.10-Kondensatmängd och 5.3.11 -Beräkning av kondensatmängd vid olika installationer
- ✓ Individuell eller gruppdränering, se även avsnitt 5.3.12-gruppdränering eller individuell dränering
- ✓ Vilken grad av uppdämning av kondensat kan accepteras, se även avsnitt 5.5 Kondensatets underkylning
- ✓ Behöver kondensatet lyftas
- ✓ Förekommer vattenslag i ång-eller kondensatsystemet, se avsnitt 5.6 Vattenslag i ångledning
- ✓ Utomhus eller inomhusmontage, se även avsnitt 7.2 Utomhus-frysrisk
- ✓ Är ångtillförsel temperaturreglerad, se avsnitt 4.3 Temperaturreglerad ångtillförsel
- ✓ Är kondensatet korrosivt
- ✓ Krävs ytterligare utrustning för optimal funktion

Som hjälpmedel vid dessa utredningar kan det vara lämpligt att använda installationsexemplen 01-14 i senare delen av denna handbok.

## 6.3.7 Tryck- och temperaturförhållanden

**Ångfällans kapacitet är beroende av följande förhållanden:**

- ✓ Tryckdifferensen över fällan
- ✓ Sätessdiametern hos fällan
- ✓ Kondensatets temperatur
- ✓ Fällans konstruktion

**Några kommentarer till ovanstående:**

**1** Tryckdifferensen över fällan är vad som avläses på tryckmätare före resp. efter fällan. Trycket före fällan måste alltid vara högre än efter fällan. Detta redovisas i leverantörernas dokumentation som  $\Delta p$  och ligger till grund för fällans kapacitet. Detta innebär att tryckdifferensen är det enda tillgängliga som får kondensatet att passera genom fällan.

Vid dränering till atmosfären uppstår praktiskt taget inget mottryck. Vanligast är dock att kondensatledningen står under visst tryck. Detta mottryck minskar fällans kapacitet eftersom tryckdifferensen minskar. Vid lyftning av kondensatet uppstår ökande mottryck och den statiska

lyfthöjden måste man ta hänsyn till vid beräkning av tryckdifferens och tillhörande kapacitet för fällan.

**2** Sätessdiametern är av avgörande betydelse för fällans kapacitet. Detta optimeras så att fällan också skall kunna stänga vilket alltså begränsar möjligheterna att välja allt för stora sätessdiametrar. Resultatet av önskan att arbeta med stora sätessdiametrar kan man se på fallor med stora DN då dessa blir mycket omfattande i mått och vikt.

**3** När kondensatet strömmar genom fällans säte uppstår en hastig trycksänkning. Då bildas en viss mängd expansionsånga. Denna har mångdubbelt större volym än kondensatet och kommer därmed att ta en stor del av sätessdiametern i anspråk. Temperaturen inverkan framgår av leverantörernas dokumentation där kapaciteter redovisas för såväl hett kondensat som kallvatten. Skillnaden kan vara 2-4 ggr större för kallvatten.

**4** Konstruktionen hos olika fallor ger skillnader i kapaciteter och är bl a ett resultat av underkylningsgraden, där större underkylning ger högre kapacitet.

## 6.3.8 Kondensatmängden

När man valt lämplig typ av ångfälla för den aktuella installationen skall fällan beräknas kapacitetsmässigt. För att kunna göra detta behövs följande uppgifter:

Tryckdifferensen över fällan, se även avsnitt 5.3.7-Tryck-och temperaturförhållanden.  
Kondensatmängden som skall avledas.  
Använd maximala kondensatbildningen per timma och dimensionera fällan med 30% tillägg.

Beräkna lägsta förekommande tryckdifferens över fällan på följande sätt:

Tryckdifferensen = tillgängligt ångtryck före ångfällan reducerat med:

Tryckfall över ev. ventiler före ångförbrukaren  
Tryckfall över ångförbrukaren  
Tryckfall över ev. ventiler efter fällan  
Mottryck efter fällan inkl. ev. lyfthöjd till närmaste uppsamlingstank

## 6.3.9 Beräkning av kondensatmängd vid olika installationer

Eftersom det kan vara svårt att i bland få tillförlitlig uppgift om kondensatmängd kan det då vara lämpligt att använda någon av följande huvudregler:

Vid sk **instrumenttracing**, se installationsexempel 03, är kondensatmängden ganska blygsam och överstiger sällan 20 kg/h. Här är det tillräckligt med en fälla DN10 eller DN 15.

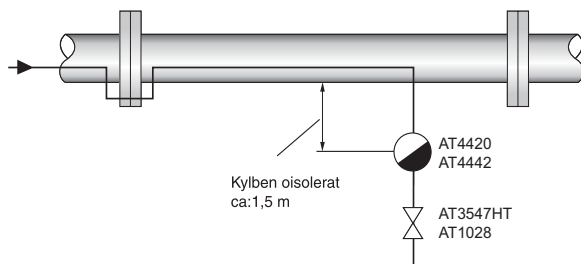
Vid **följeledningar** (line tracing) se installations-exempel 03 och figur 12, förutsatt välisolerad ledning och att riktlinjerna i ritningen följs är det oftast tillräckligt med fälla DN 15. Kapacitetsbehovet överstiger sällan 50 kg/h för varje fälla.

Vid dränering av **isolerad huvudångledning** användes formeln:

$$\text{Kondensatmängden (kg/h)} = \frac{3,14 \times D \text{ (mm)} \times L \text{ (m)}}{1000}$$

D = ångledningens diameter (DN)

L = avstånd mellan dräneringspunkter med avledare



Figur 12

Tabellen nedan, baserad på erfarenhetsvärden kan också användas.

Ångledning	Dränledning	Avstånd mellan dränpunkter		
		Arbetsstryck		
DN	DN	<6 bar	6-20 bar	>20 bar
<250	15	50 m	80 m	100 m
250-400	20	40 m	60 m	80 m
>400	25	30 m	40 m	50 m

Vid turbiner är alltid ångan överhettad och därmed förekommer teoretiskt inte någon kondensering. Ångfällan väljes efter arbetsstryck och överhettningsgrad och fungerar endast som en säkerhetsutrustning.

Saknas helt uppgifter för en installation kan en approximativ beräkning göras av ångmängden enligt formeln:

$$Q = \frac{C \times 3600 \times A}{v''}$$

$$Q = \text{ångmängd} \quad \text{kg/h}$$

$$C = \text{strömningshastighet} \quad \text{m/s}$$

$$A = \text{rörarean} \quad \text{m}^2$$

$$v'' = \text{spec volym} \quad \text{m}^3/\text{kg}$$

Som vid alla approximativa beräkningar bör denna metod tillämpas med viss försiktighet.

### Exempel

Förbrukare som matas från ångledning DN40.

Ångtryck 4 bar (e).

Först måste vi uppskatta en rimlig och möjlig flödes hastighet i ledningen. Normalt överstiger den inte 30 m/s.

$$C = 30 \text{ m/s}$$

$$A = 0,0015 \text{ m}^2 \text{ (för ångtub ansl. 40)}$$

$$v'' = 0,375 \text{ m}^3/\text{kg} \text{ (enligt ångtabell)}$$

$$Q = \frac{30 \times 3600 \times 0,0015}{0,375} = 423 \text{ kg/h}$$

## Variationer i kondensatmängden

Vid uppstart av anläggning är temperaturdifferensen som störst mellan ångan och den del som skall värmas. Därmed är också ångförbrukning och kondensering då som störst. Detta förhållande passar väl tillsammans med ångfällans egenskaper, som innebär att ju kallare kondensat desto större kapacitet. I takt med att uppvärmningen sker minskar kondenseringen. Vid full drift är kondenseringen oftast som lägst. Under normal drift kan kondenseringen också variera ex beroende på belastningen av förbrukningsstället.





## 6.3.10 Gruppdränering eller individuell dränering

Med begreppet gruppdränering avses anläggningar där ett antal ångförbrukare är anslutna till och skall betjänas av en enda ångfälla, som ex seriekopplade kokgrytor eller parallellkopplade pressar.

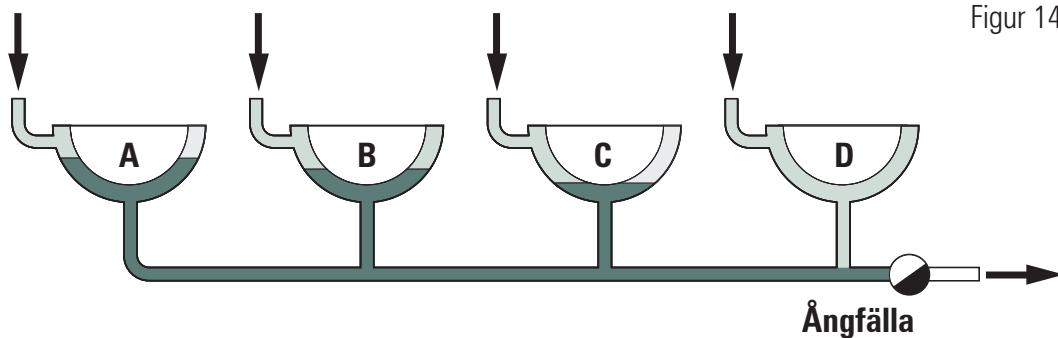
Av vad som senare framgår är det inte en fråga om gruppdränering eller individuell dränering utan gruppdränering skall alltid undvikas. Följande kan annars inträffa som framgår av nedanstående exempel:

Fyra kokgrytor är anslutna till en gemensam ångfälla på en samlingsledning. Även om alla kokgrytorna är anslutna till samma ångtryck blir inte ångförbrukning och tryckfall samma över två till synes lika kokgrytor. T ex startas inte alla samtidigt och mängden produkt i kokgrytorna kan också variera. Vad blir då följden?

Grytorna B, C och D har varit i drift ett tag och ångförbrukningen för dessa är låg och trycket i dräneringspunkten relativt hög. Grytan A startas nu upp och eftersom den är kall får den en kraftig kondensering och ett lägre tryck. Därmed hålls kondensatet tillbaka av det högre trycket i samlingsledningen och grytan A fylls successivt med kondensat. Uppvärmningstiden ökar eftersom ångutrymmet i allt för hög grad är fyllt med kondensat.

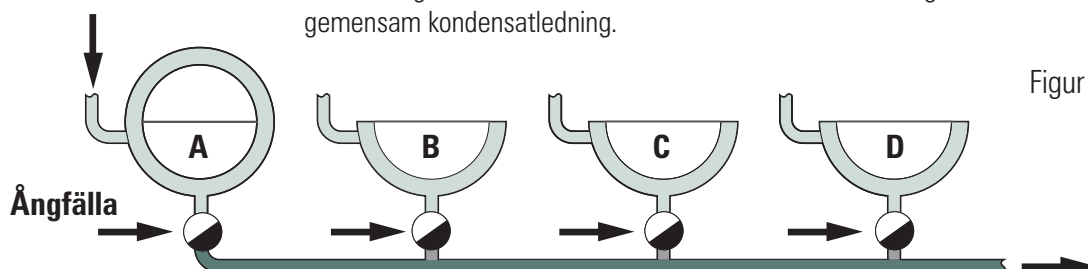
När någon av grytorna är helt tömd från kondensat och arbetar som illustrationen visar för gryta D i exemplet kommer ångan att flöda ut i samlingsledningen och stänga ångfällan helt och förhindrar vidare kondensatdränering.

Ånga



Figur 14

För att undvika ovanstående problem ansluts varje kokgryta till sin egen ångfälla med sin egen avsevärt lägre kapacitet jämfört gruppdräneringen. De kommer då att fungera oavsett sina inbördes förhållanden. Samtliga fällor dränerar till gemensam kondensatledning.



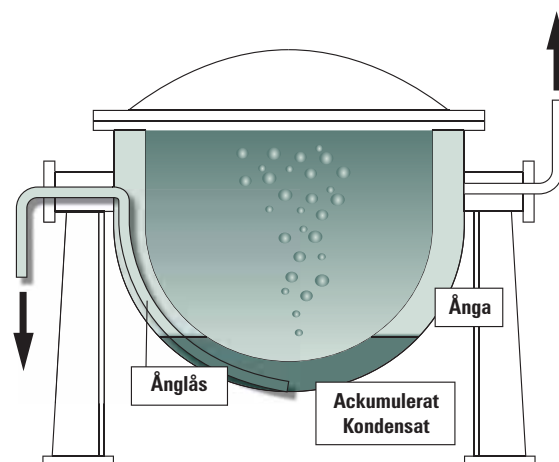
Figur 15

## 6.4 Ånglåsning

Med ånglåsning avses den situation där ånga av någon anledning når fram till ångfällan, som därmed stängs trots att kondensering pågår i ångrummet. Tre ex visis och vissa förslag på lösning av problemet.

**Figur 16** visar en anläggning där kondensatdränering sker genom sifonrör. När denna anläggning startas når ångan så småningom via sifonröret fram till ångfällan, som då stänger. Ånga i sifonröret måste därefter kondensera innan nytt kondensat kan tryckas fram till fällan. Eftersom sifonröret i denna anläggning går igenom ångrummet och är omslutet av ångan kan det inte kylas och kondenseringen tar oönskat lång tid. Detta leder till alltför lång processtid.

En lösning är så som installationsexempel 11 visar. Här har man dragit en förbigångsledning runt ångfällan och på denna placerat en nålventil, som ständigt är öppen till viss del och därmed har litet

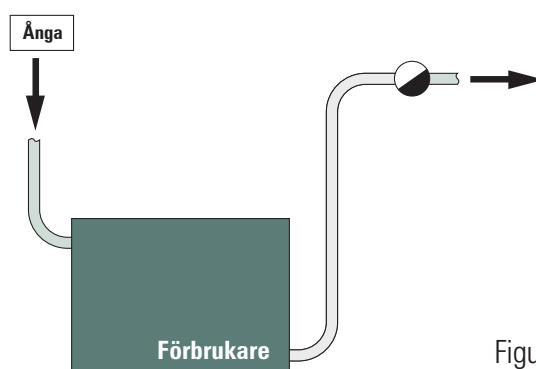


Figur 16

kvs-värde. På detta sätt arrangeras ett ständigt mindre ångläckage och ånglås förhindras.

Ett annat sätt att lösa problemet är att modifiera ångfällan så att den ständigt har ett mindre läckage, vilket ger samma resultat som ovan.

**Figur 17** visar en anläggning där ångfällan av någon anledning placerats högre upp än förbrukaren. Ångan bubblar förbi kondensatet, stiger upp till fällan och stänger denna. Om det är uteslutet att placera fällan lägre än förbrukaren, vilket alltid är att föredra, så kan man arrangera anläggningen såsom i installationsexempel 09.



Figur 17

I förbrukningsställets lägsta del utföres kondensatledningen som ett vattenlås och kondensatets stigande ledning med minsta möjliga diameter för att underlätta lyftningen av kondensatet. Även här kan man arrangera, som alternativ, ångfällan med visst läckage, såsom tidigare beskrivits.

## 6.5 Kondensatets underkylning

**Underkylningen varierar för de tre dominerande typerna av ångfällor. Detta kan samlat redovisas enligt följande.**

Ångfällans grundtyp	Ångfällans konstruktion	Underkylning grad. °C
termisk	kapsel	ca 10 °C standard, alternativ kan finnas för mindre och större
termisk	bimetall	ca 30 °C standard, alternativ kan finnas för mindre och större
mekanisk	flottör	ingen

Ur valsynpunkt ger detta vissa möjligheter men samtidigt begränsningar. Se även avsnitt 6.3.4–6.3.6. En enkel metod att förhindra oönskad återförångning är att avleda kondensat först när det nått avsevärd underkylning under mättnings-temperaturen.

En sådan ångfälla har emellertid en begränsning så till vida att den dämmer upp kondensat, som ju har lägre värmeinnehåll jämfört med ånga. Värmeöverföringen sker långsammare och dessutom

blockerar kondensatet vissa ytor som borde utsättas för ångans högre värmeinnehåll. Processtider förlängs och verkningsgrad med tillhörande driftsekonomi försämras genom den större underkylningen. Här krävs därför en fallåta utan eller med begränsad underkylning.

Vid dränering där underkylning kan tillåtas ja kanske tom eftersträvas, t ex vid tracing kan man med fördel använda termiska avledare med betydande underkylning såsom bimetalltyp.

## 6.6 Vattenslag i ångledningar

Ånga är som bekant vatten i gasform och därmed är det kompressibelt. Som vätska är däremot vatten inte kompressibelt. Detta kan vid sammanblandning vara en av grunderna till att vattenslag kan uppstå i ångsystem. Det kan beskrivas med följande exempel:

Normal vattenhastighet i rörledningar är endast några meter/s. För ånga är motsvarande hastighet oftast 30–40 m/s. Genom trånga passager i t ex ventiler kan hastigheten för ånga flerfaldigas.

Om kondensat samlas i en ficka, lågpunkt eller liknande och inte avlägsnas genom dränering, så bildas så småningom en "vattenpropp". Detta är speciellt fallet vid igångkörning av anläggningar då kondensatbildningen är som störst. "Vattenproppen" kommer att skjutas framför ångan med dess höga hastighet som en projektil i rörledningen. Vid första befintliga hinder kan ett vattenslag uppstå. Det kan vara så kraftigt att rörledningen, ventiler eller ångförbrukaren skadas och blir obrukbara.

**Av detta exempel kan man dra slutsatsen att man bör sträva efter att eliminera vattenslag i ångsystem. Följande förslag kan då vägleda:**

- ✓ Har ångpådragningsventiler för korta manövertider? Se även kapitel 6, avstängningsventiler.
- ✓ Är alla tänkbara lågpunkter i ångledningarna dränerade?
- ✓ Är ångfällorna av lämplig typ, rätt dimensionerade och monterade och fungerar de på tillfredställande sätt?
- ✓ Finns backventiler monterade där så erfordras? Som exempel fordrar flottörfällor en backventil då kondensat skall lyftas eller dräneras mot mottryck,
- ✓ Kan kondensatfickor uppstå i ångförbrukaren? Om exempelvis ångrummet har långa slingor eller kanaler måste fall råda mot dräneringspunkten.
- ✓ Är dränering arrangerad med sk vattenlås då kondensat skall tryckas upp till högre belägen fälla?
- ✓ Finns kontinuerligt tillräckligt tryck före avledaren för att dränering skall kunna ske?
- ✓ Har kondensatledningen tillräcklig dimension för att kunna dränera max. kondensatmängd, expansionsånga och luft/gaser?
- ✓ Är det fastställt att vattenslagen verkligen kommer från ångnätet eller kommer de från kondensatnätet?

## Kondensatledningar

**Den vanligaste anledningarna till vattenslag i kondensatledningar uppstår av följande orsak:**

Kondensat med relativt hög temperatur från ex vis dränering av processförbrukare eller ångledning leds in i en närbelägen kondensatledning med avsevärt lägre temperatur. De ångblåsor som bildas pga trycksänkningen kollapsar så hastigt i det kallare kondensatet att vattenslag uppstår, s k implosion.

En lösning kan vara att installera en bimetallfälla med underkylning 30 °C och placera denna på ett

kylben (oisolerad rörsträcka), ca 1,5-2,5 m från dräneringspunkten. Kondensatet kommer då att kylas ned och vara bättre anpassat att ledas in i kondensatledningen med den lägre temperaturen.

Istället för denna lösning kan man leda kondensatet med den högre temperaturen till ett ventilerat uppsamlingskärl och därifrån pumpa det vidare till kondensatledningen.

## 6.7 Korrosivt kondensat

Kondensatet blir alltid mer korrosivt än ångan från vilket det kondenserar. För att detta skall kunna hållas inom rimliga gränser förutsätts korrekt matarvattenbehandling med rätt dosering av rätt kemikalier.

I processer där ren ånga krävs, bör samtliga rör och komponenter utföras i rostfritt stål. Filter och anordningar för renspolning av systemet skall installeras.

Ytterligare orsaker än fel hos matarvatten kan vara att ångan kommer i direkt kontakt med processen. Så är fallet med vissa vulkaniseringsmaskiner eller autoklaver, eller från vätska i korrosiva bad när vakuum uppstår vid kondensering. Om något läckage då finns i en rörskarv kan vätskan sugas in i ångsystemet.

## 6.8 Återledning av kondensat

I ånga/kondensatsystem är ångan det primära genom sitt ångbildningsvärme och kondensatet skulle kunna betecknas som ”restprodukt”. Genom de insatser som gjorts för produktion av ånga har emellertid kondensatet ett högst påtagligt värde.

### Transport av kondensat

**Kondensatet återföres till ångcentralen genom någon av följande metoder eller en kombination av dessa:**

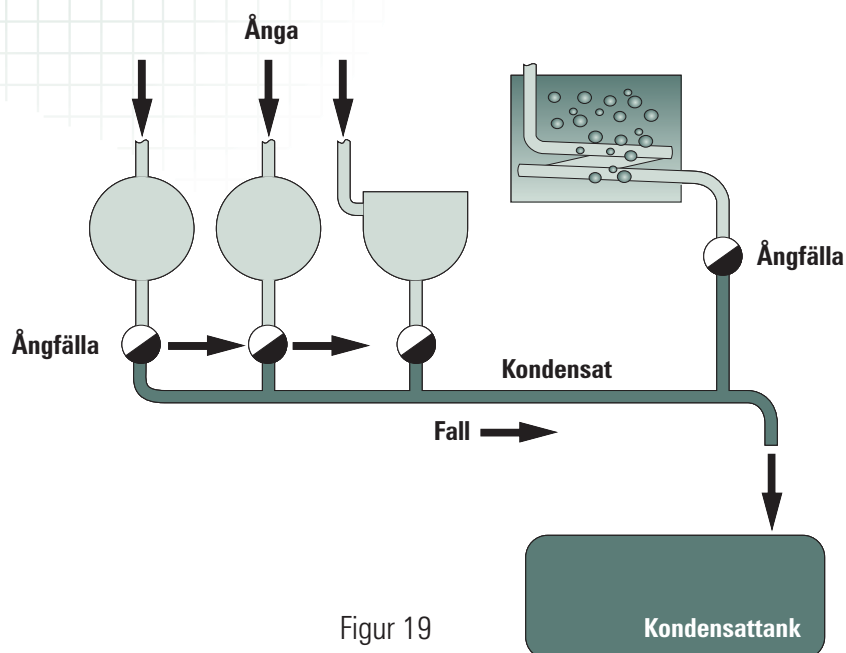
- ✓ Fall av kondensatledningen hela sträckan från ångfällan till kondensattanken
- ✓ Lyftning av kondensatet med ångtrycket till högre belägen kondensatledning med fall till kondensattanken
- ✓ Lyftning av kondensatet med en pump till högre belägen kondensatledning, med fall till kondensattanken
- ✓ Pumpning av kondensatet hela sträckan till kondensattanken
- ✓ Uppsamling av kondensatet i lågt belägen tank med pumpning till kondensattanken

### Detta framgår av följande exempel:

Ånga, som genererats vid t ex 7 bar övertryck från vatten + 10 °C har fått en värmeförlust av ca 2727 kJ/kg ånga. Ångan avger vid kondenseringen sitt ångbildningsvärme som är 2047 kJ. Kondensatet som återstår innehåller fortfarande ca 25 % av den energi som tillfördes i ångpannan. Detta kondensat har vidare behandlats med vissa kemikalier för att vara dugligt som matarvatten. Det är därför en självklarhet att det som vi nyss betecknade som ”restprodukt”, skall omhändertas och ledas tillbaka till kondensattanken så långt det är praktiskt möjligt. Värdet av detta kan kanske bedömas om man betänker att man spar ca 1% av bränslekostnaden vid uppvärmningen för var 5:e grads höjning av matarvattentemperaturen.

Vid vissa driftförhållanden får kondensatet relativ hög temperatur. Detta kan utnyttjas genom att utvinna expansionsånga eller leda kondensatet genom en värmväxlare för t ex beredning av förbrukningsvatten. Detta behandlas vidare i avsnitt 6.9 – Återvinning av expansionsånga. Kondensatet får därmed en lägre temperatur och är, vid återanvändning som matarvatten, bättre avpassat för ekonomiserfunktionen på ångpannan.

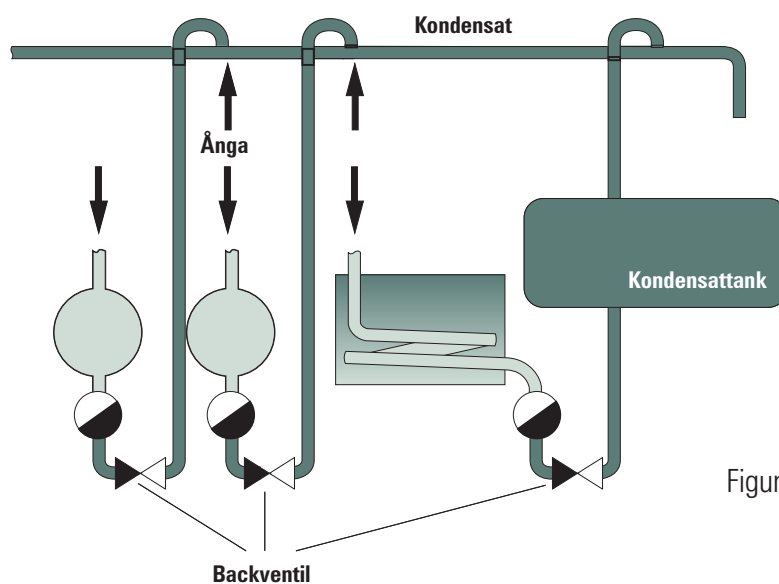
**Metod 1 figur19 är den enklaste och bör användas när det är möjligt.**



Figur 19

**Metod 2 i figur 20 är ofta förekommande.**

Ångtrycket före fällan utnyttjas till att lyfta kondensatet. Backventiler, integrerade i ångfällorna eller separata måste installeras efter ångfällorna före stigledning.



Figur 20

Betänk här att kondensat i teorin kan lyftas 10 m/bar ångtryck. I praktiken bör man dock inte räkna med mer än 4 m/bar ångtryck pga friktionsförluster. Eftersom differenstrycket över fällan minskar reduceras dess kapacitet. Man måste också försäkra sig om att erforderligt ångtryck före fällan är tillräckligt.

I temperaturreglerade installationer förekommer att trycken är låga. Se installationsexempel 08.

## 6.9 Återvinning av expansionsånga

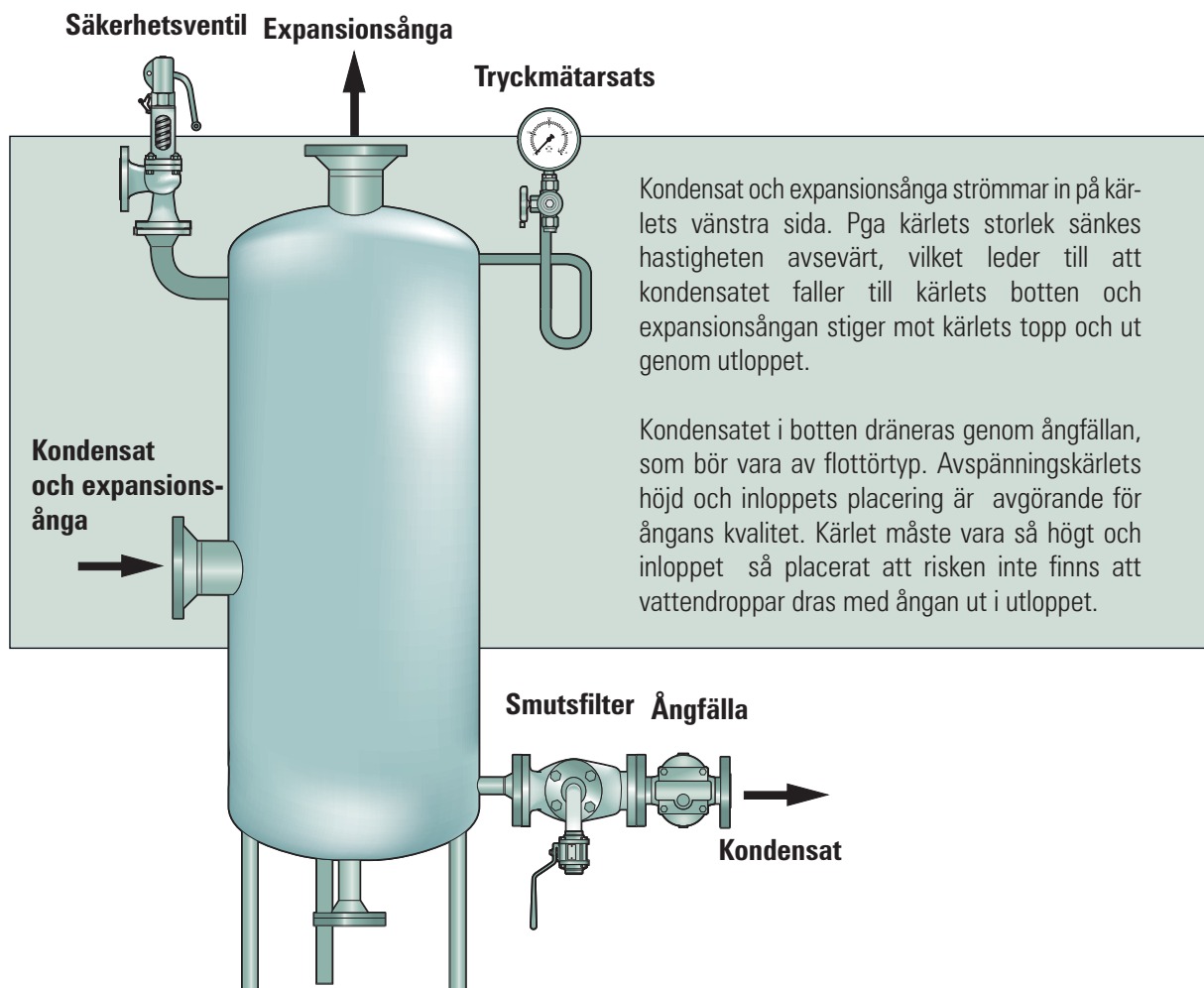
När kondensat avleds från ett ångsystem med högre tryck till kondensatsystem med lägre tryck omvandlas en del av kondensatet till ånga. Denna ånga kallas expansionsånga och har ångbildningsvärme precis som färskånga och är därmed på samma sätt användbar. Andelen expansionsånga som bildas beror på kondensatets temperatur men relativt vanligt är att 10-15% av kondensatet återförångas vid trycksänkning.

Om inte expansionsångan utnyttjas kan den leda till problem som högt mottryck i kondensatsystemet och hög temperatur i kondensattanken. Detta medför värmeförluster och ökande driftkostnader.

### Hur utvinns man expansionsångan från kondensat?

Expansionsångan bildas där trycksänkningen sker, alltså direkt efter ångfällan. För att klara att avleda såväl kondensat som expansionsångan måste kondensatledningen vara dimensionerad för detta behov. Underdimensionering av kondensatledningen leder till ökande mottryck, reducerad kapacitet för ångfällan och minskande mängd utvinnbar expansionsånga.

Expansionsångan utvinns enkelt i ett avspänningskär, som visas i figur 21. Framgår också av installationexempel 07 (återvinning av expansionsånga).



Figur 21

## 6.10 Dimensionering av kondensatledningar

Kondensatledningar kan inte dimensioneras på samma vis som en ledning för kallt eller varmt vatten. I kondensatledningen strömmar en blandning av vatten och expansionsånga med en volym mycket större än vad kondensatet har före avledare.

1 kg kondensat vid 10 bar (e) expanderar från 1 dm<sup>3</sup> till ca 272 dm<sup>3</sup> vid sänkning av trycket till atmosfärtryck. Av dessa 272 dm<sup>3</sup> är 0,84 dm<sup>3</sup> i vätskefas, se figur 23.

Detta måste beaktas vid dimensionering. En för klen ledning ger höga hastigheter samt ett högt mottryck efter avledaren. Detta i sin tur förorsakar dels störningar i processen, dels kraftigt slitage av ledningarna. För enkel dimensionering hänvisas till figur 22.

### Tabellen är uppgjord efter följande förutsättningar:

Ledningen har en lutning i flödesriktningen av ca 1% för att övervinna friktionsförlusterna. Mindre lutning minskar kapaciteten med 25-35%.

Mottryck i kondensatledningen tillåts vara 0,5-1,0 bar (e). Lägre mottryck kräver större ledningsdimension.

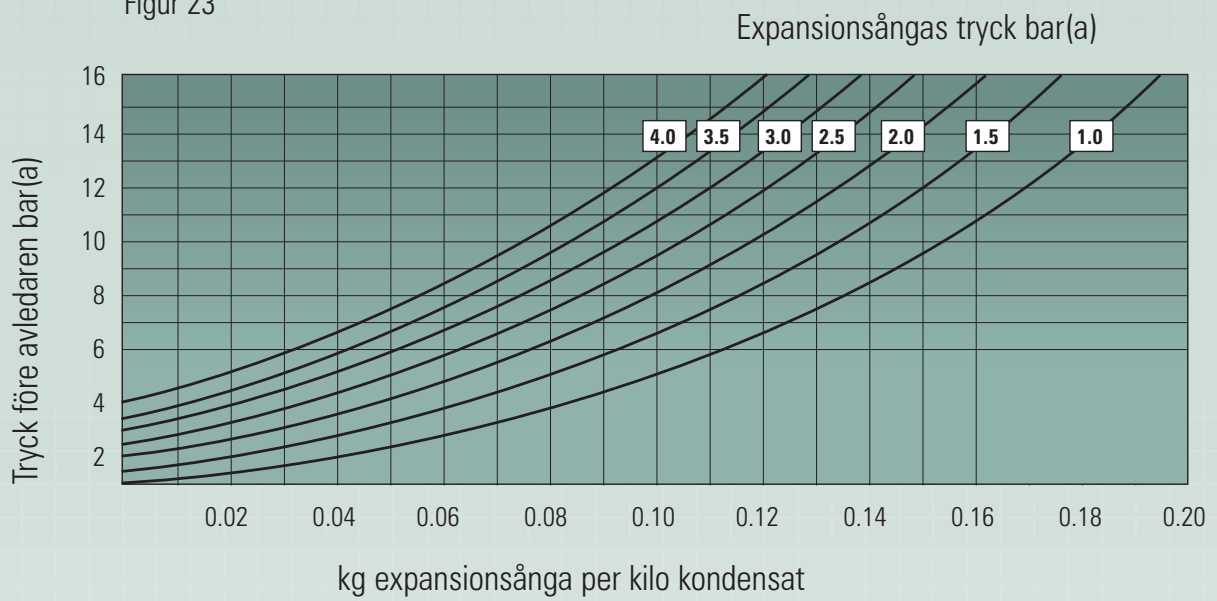
Tabellen innehåller 4 olika tryckområden och angivna värden är baserade på den varierande mängd expansionsånga som bildas vid olika ångtryck.

Rördim. DN	Kapacitet kg/h Tryck före avledaren bar (e)			
	0-2	2-5	5-8	8-15
15	75	50	35	30
20	150	100	75	50
25	300	200	150	125
32	500	300	250	200
40	900	600	350	300
50	1500	1000	750	500
65	2500	1600	1200	1000
80	5000	3000	2000	1700
100	9000	6500	4000	3000
125	16000	9000	7000	6000
150	25000	14000	10000	9000

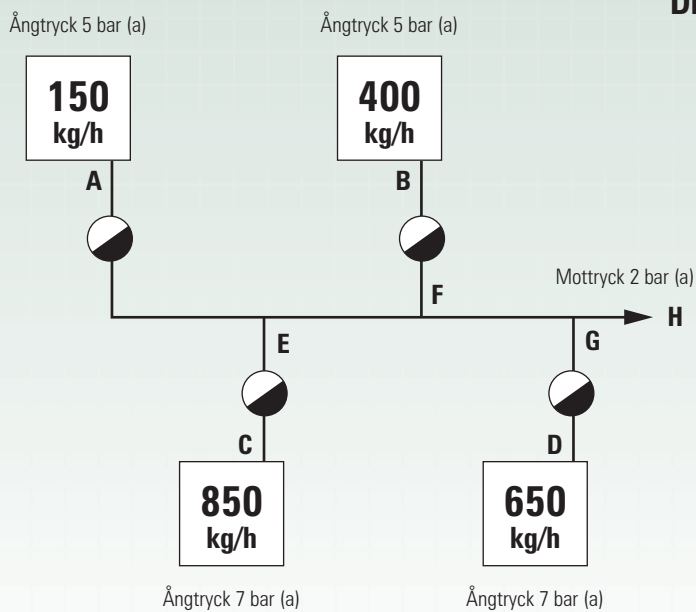
Figur 22 Tabell för dimensionering av kondensatledning



Figur 23



## Dimensionering enligt figur 22



A-E väljs DN 25

B-F väljs DN 40

C-E väljs DN 65

D-G väljs DN 50

G-H väljs DN 80

## 7.1 Allmänt

För att ett ång- och kondensatsystem skall fungera som avsett med avseende på säkerhet, övervakning, systemreglering, drift och service krävs ett antal ventilfunktioner. För anläggningens totala funktion är det viktigt att ventilerna väljes mycket noggrant med avseende på:

<b>Funktion</b>	<b>Kapaciteter</b>
<b>Tryck</b>	<b>Material</b>
<b>Temperatur</b>	<b>Manövrering</b>
<b>Medium</b>	<b>Normer</b>

**Ångfallor har tidigare behandlats under avsnitt 6.3.2-6.3.8**

## 7.2 Avstängningsventiler

Denna ventilfunktion är den mest frekventa i ånga-kondensatanläggningar. Dessa ventiler är avsedda för öppen/stängd funktion och ej för strypning av flöden. Tre grundtyper finns. Dessa är kägel(veck)-bälgventil, kilslidventil och kulventil. Användningsområden är enligt följande:

Grundtyp	PN	DN	Temperatur grad °C, max.	Material	Anslutningsform
Kägelventil	40	15-100	400	kolstål	fläns/svets
Kägelventil	40	15-100	400	rostfritt	fläns
Bälgventil	25	15-100	300	segjärn	fläns
Bälgventil	40	15-100	400	kolstål	fläns/svets
Bälgventil	40	15-100	400	rostfritt	fläns/svets
Kilslidventil	16/40	50-500	400	kolstål	fläns/svets
Kulventil	25	10-50	200	kolstål	svets/gänga/fläns
Kulventil	25	10-50	200	rostfritt	svets/gänga/fläns

Det är ett klokt val att också lägga till de tidigare erfarenheter som ev. kan finnas inom området ventiler.

Här beskriver vi de vanligaste ventilfunktionerna som förekommer i ånga/kondensatanläggningar. Tabellerna har begränsats till PN 40 eftersom processången till övervägande del finns inom detta tryckområde.

Avstängningsventiler	Vätskeståndsställ
Nål-och manometerventiler	Bottenblåsninsventiler
Backventiler	Avsaltningsventiler
Smutsfilter	Säkerhetsventiler
Reglerventiler	Ångmätning
Vacuumventiler	Nivågivare

I valsituation bör man tänka på de kritiska förhållanden som gäller för avstängningsventiler och så långt möjligt få dessa täckta med lämplig typ. Några av de kritiska förhållanden kan vara:

- ✓ Tät avstängning
- ✓ Tät mot atmosfär-tät packbox
- ✓ Avpassad manövertid
- ✓ Tryckfall

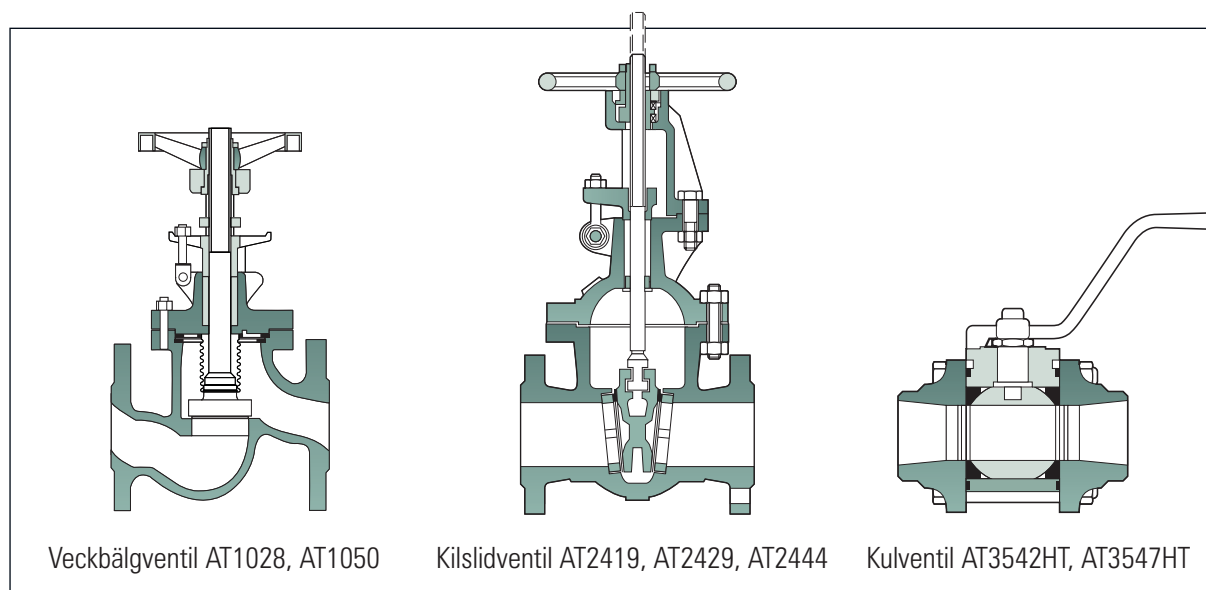
Hela meningen med att installera en avstängningsventil är att kunna stänga av ett flöde i anläggningen. Då är det självklart så att avstängningen skall kunna göras så tät som möjligt. Kägel-, bälgs- och kilslidventiler har metalliska tätningar. I nyskick har de god täthet med läckageomfattningen enligt svensk standard SS ISO 5208-klass 1.

Väljer man en kulventil får man en högre täthet med läckageklass 3. Valet är emellertid inte alltid så enkelt eftersom kulventilen har begränsat trycktemperaturområde samt bör begränsas till ca DN 50.

Den snabba manövreringen med endast 90 gradig vridning kan också i vissa installationer bidra till uppkomsten av tryckslag. Denna risk är avsevärt mindre hos kägel-, bälgs- och kilslidventil, som genom flervarvsmanövreringen får avsevärt längre manövertid.

Veckbälgsventilen är helt klart tätast mot atmosfären eftersom media är separerat från packboxen. Detta eliminerar helt packboxläckage och packboxunderhåll.

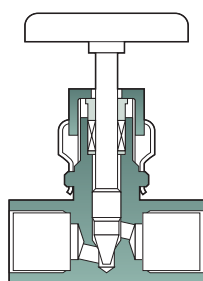
Tryckfall är energiförluster och bör därmed undvikas. Kulventil och kilslidventil har förmånligare tryckfall än kägel- och bälgsventiler. Kägelventil av snedsätessutförande är fördelaktig ur tryckfallshänseende.



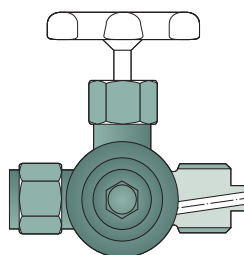
## 7.3 Nål- och manometerventiler

Nålventilen är i princip en kägelventil för såväl avstängning som reglering. Den tillverkas i DN 6-25 och med små kvs-värden. Den är därmed avsedd för små flöden. Ventilen finns också i utförande som såväl manometer som kontrollmanometerventil och användes i samband

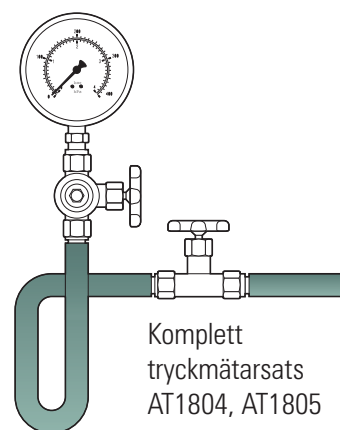
med installationer av tryck- och temperaturmätare enligt svensk standard. Ventilerna ingår också tillsammans med ett antal ytterligare artiklar i en komplett sk tryckmätarsats. Ventilserien tillverkas av rostfritt stål i PN 400 och kopparlegering PN 100.



Nålventil AT1890



Kontrollmanometerventil AT1894



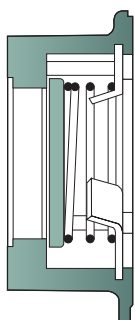
Komplett tryckmätarsats AT1804, AT1805

## 7.4 Backventiler

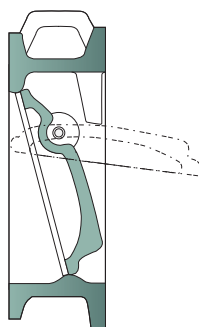
Dessa ventiler installeras för att förhindra återströmning av ånga och kondensat. Återströmning sker vid tryckförändringar ex vid sammankopplingar av delsystem med olika tryck. Backventiler förekommer i flera olika utföranden och här återges de mest frekventa som användes i ånga/kondensatanläggningar.

Grundtyp	PN	DN	Temperatur grad °C, max.	Material	Anslutningsform
Ringbackventil	16	15-100	225	brons	mellan flänsar
Ringbackventil	40	15-100	400	rostfritt	mellan flänsar
Spjällbackventil	25	100-250	400	rostfritt	mellan flänsar
Klaffbackventil	16	15-50	180	rostfritt	gångor

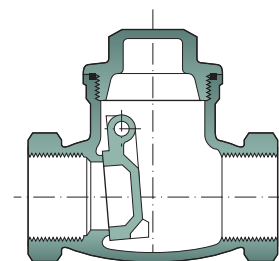
Ringbackventilen är den mest frekventa backventilen i mindre DN i ånga/kondensatanläggningar. Den har flera fördelar såsom god täthet, litet tryckfall, universellt montageläge och små byggmått. Användes mycket tillsammans med flottörfällor. Spjällbackventilen kompletterar ringbackventilen i större DN. Har i stort sett samma fördelar som ringbackventilen. Klaffbackventilen användes när gängad anslutningsform önskas. Genom sin konstruktion kan den dock i vissa installationer bidra till uppkomsten av tryckslag.



Ringbackventil AT1170, AT1174



Spjällbackventil AT2646



Klaffbackventil AT1149

## 7.5 Smutsfilter

### Om alla ventiler är:

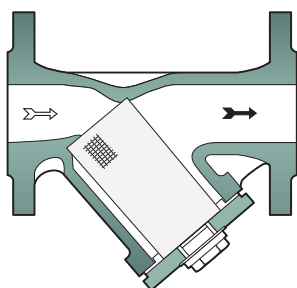
- ✓ rätt valda
- ✓ rätt installerade
- ✓ rätt underhållna

finns egentligen endast en risk att de skadas och kan haverera. Risken är föroreningar. Dessa kan hos ny anläggning finnas kvar sedan installationen gjordes om inte renspolning skett innan driftstart. Under drift tillkommer dessvärre också föroreningar. Skyddet mot detta är att installera smutsfilter före känslig utrustning. Ex på detta är ångfällor, ventiler, pumpar och processutrustning.

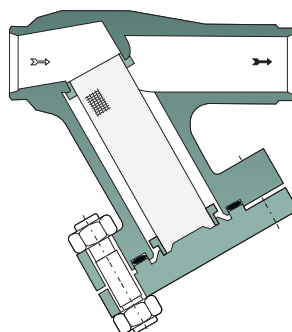
### När DN, PN och material fastlagts bör följande frågor besvaras för val av lämpligt smutsfilter:

- ✓ Avpassad maskvidd
- ✓ Acceptabelt tryckfall
- ✓ Ev. renblåsning under drift

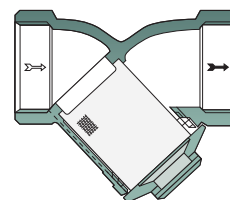
Lämpliga material för smutsfilter i dessa anläggningar är segjärn eller kolstål. Vid korrosivt kondensat även rostfritt stål.



Flänsat utförande AT4029, AT4042



Svetsände utförande AT4044



Gängat utförande AT4003

## 7.6 Reglerventiler

### 7.6.1 Allmänt

Valet av reglerventiler är viktigt eftersom dessa styr ång/kondensatsystemet med avseende på funktion och driftekonomi. Reglerventilen skall upprätthålla rätt driftförhållanden, det inställda börvärdet, även om systemet utsätts för störningar.

De olika förbrukarna i en anläggning har som regel inte samma konstruktionstryck. Därför krävs ofta en individuell reducering/reglering av ångtrycket före varje förbrukare.

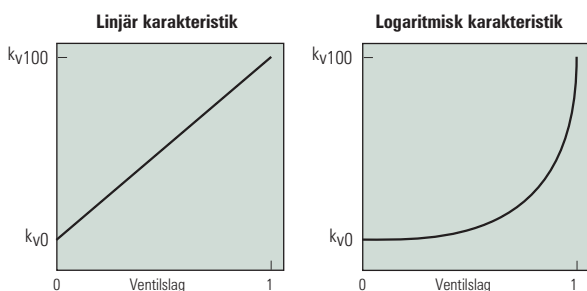
Definition: En reglerventilenhet består av själva reglerventilen, givaren som känner av tillståndet, regulatorn som ger styrsignal, samt manöverdonet som verkställer regleringen.

### 7.6.2 Reglerventil

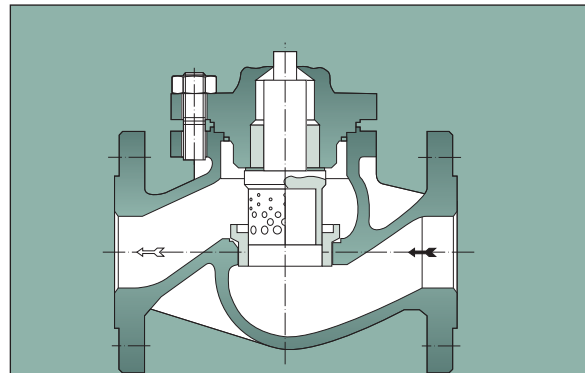
Valet av reglerventil kan göras efter konstruktion (kägelventiler, kulventiler och vridspjällventiler) eller efter sättet typ av manöverdon) på vilka den regleras (elektriskt, pneumatiskt eller självverkande).

### 7.6.3 Ventiltyp

#### Kägelventilen



Karaktäristik, kvs-kurva anger förhållandet kapacitet/slaglängd



Hålkägla

#### Fördelar:

Är särskilt fördelaktig vid små flödesmängder, stora differensstryck samt där man ställer stora krav på noggrannhet i regleringen.

Lätt utbytbara innerdelar. Kvs-värde och karaktäristik kan bytas vid behov.

Enkel att montera in i speciell utrustning för reducering av ljudnivån exempelvis hålkägla.

Kan förses med veckbälg

Reglerförhållande, stor noggrannhet

Låg risk för kavitation

#### Nackdel:

Kräver stora ställkrafter

### 6.6.4 Reglerområdet

Följande teoretiska värden gäller för reglerområdet (bar)

Kulsektorventil	1-40	1-100
Sätessventiler	1-50	1-100

## 7.6.5 Ställdon

### Pneumatiska manöverdon

**Fördelar:** stora ställkrafter, god precision, korta svarstider, lämplig i områden med explosionsrisk. Vid luft/spänningsbortfall öppnas/stängs ventilen med fjäder.



### Elektriska manöverdon

**Fördelar:** oändligt antal fasta lägen, billig paketslösning.

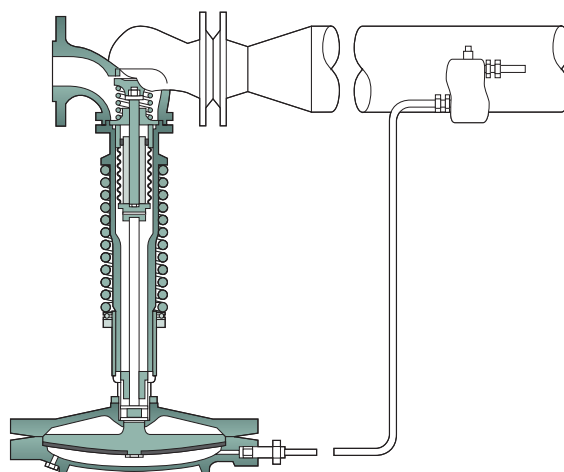


## 7.6.6 Självverkande ventiler

Självverkande tryck- och temperaturventiler arbetar utan någon extern energikälla för att reglera efter enkel inställning av börvärdet.

Temperaturventilen reglerar genom mediets expansion i kapillarröret vid uppvärmning. Dessa kan fås med funktion som både öppnande eller stängande ventil vid stigande temperatur.

Tryckventilerna ställs in genom att förspänna en fjäder manuellt. Ventilen reglerar proportionellt genom en tryckledning till ställdonet när trycket förändras. Självverkande ventiler kan fås som både reducering, överströmning eller differenstryckventil.



Självverkande reducereventil AT 4265

## 7.6.7 Reglermetoder

**Två typer av reglering är de vanligast förekommande: Temperaturreglering och tryckreglering.**

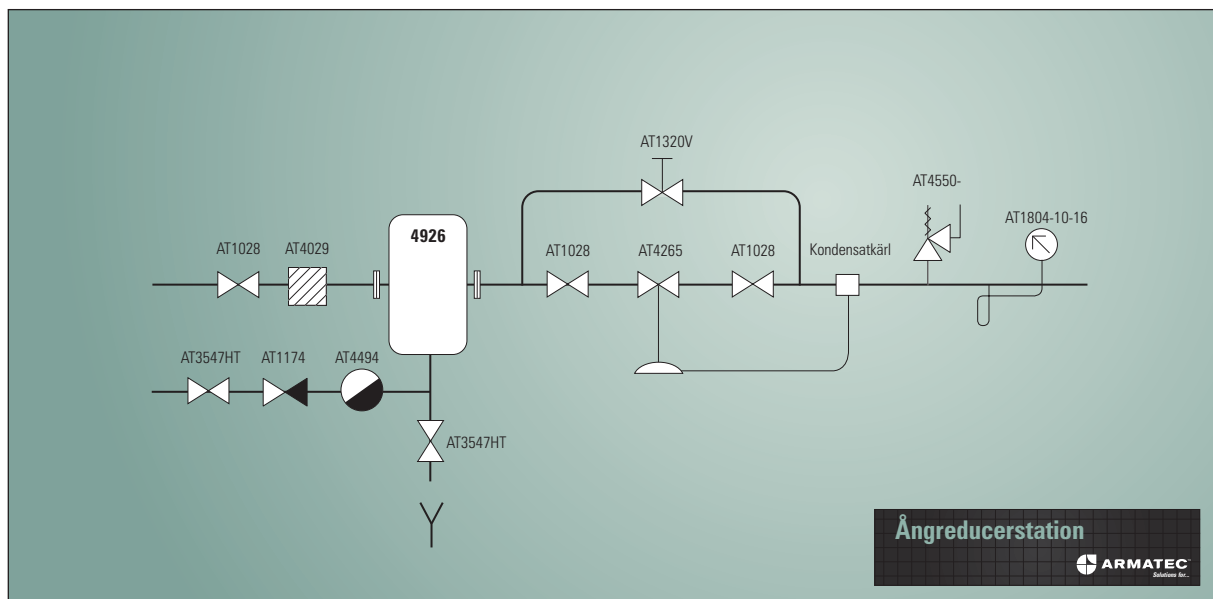
## 7.6.8 Checklista

Innan man väljer ventil måste man definiera ett antal parametrar och förutsättningar som skall gälla för systemet. Vidstående checklista kan tjänstgöra som vägledning:

- ✓ Fluid
- ✓ Temperatur
- ✓ Densitet
- ✓ Flödesmängd, min-, normal- och maxflöde bör anges.
- ✓ Primärtryck, sekundärtryck. Lämpligt tryckfall över ventilen.

## 7.6.9 Installation

För att ventilen skall fungera på bästa sätt är det viktigt att man har en rak rörsträcka före och efter ventilen.



Rak rörsträcka före och efter ventil

När ingen ångförbrukning sker är reducer/reglerventilen stängd och ångan kondenserar då före ventilen. Därför är det viktigt att ett kondensatavledarpaket installeras. I annat fall kan kondensat orsaka skador på ventilsäte och kägla samt ge vattenslag i systemet. Ett smutsfilter bör också installeras före ventilen.

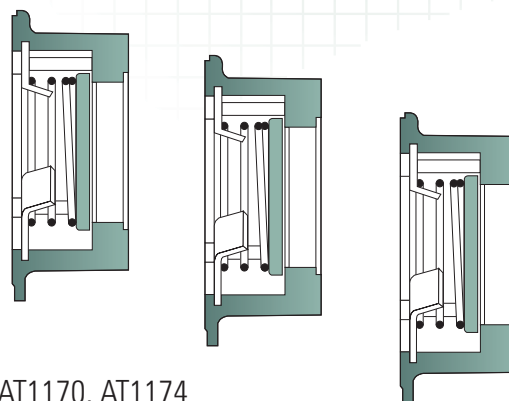
För att undvika driftavbrott i processen om ventilen måste tas ur drift p.g.a. service bör man installera en by-passventil.



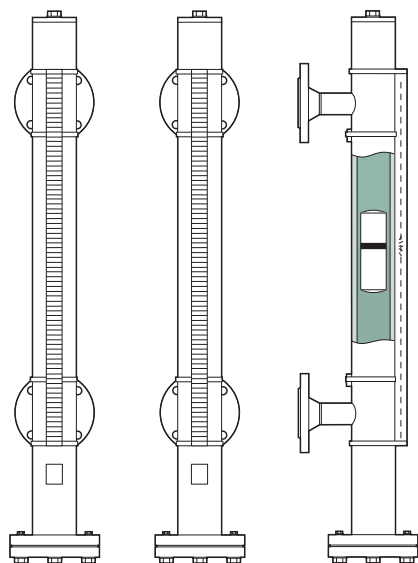
## 7.7 Vakuumentiler

När ånga kondenserar kan vakuum uppstå. Detta kan leda till att komponenter i anläggningen kan skadas. För att förhindra detta installerar man en vakuumentil. Denna ventil öppnar när vakuum uppstår och släpper in luft och atmosfärstrycket återupprättas.

Den lämpligaste vakuumentilen är en omvänd ringbackventil. Denna ventil har mycket lågt öppningstryck och väljes lämpligen av rostfritt stål eller brons.



AT1170, AT1174



AT4950

### 7.8.1 Vätskeståndsställ

För mätning/kontroll av nivå i ångpanna rekommenderas utrustning bestående av flottör av rostfritt rör som magnetiskt påverkar en avläsningskena. Färgomslag indikerar visuellt gällande nivå. Densitet, temperatur, tryck och centrumavstånd mellan nivåställets anslutningar erfordras för val av artikel.



### 7.8.2 Nivågivare

Nivåmätning av ånga, kondensat och hetvatten upp till PN40. Nivån bestäms genom vikten av givaren som är placerad i fluiden. Vikten av givaren bestäms genom den statiska bärkraften. Densitet och temperatur av fluiden är viktig att känna till för att kunna kalibrera givaren.

## 7.9 Bottenblåsningsventil

Matarvattnet till pannan kan beroende på kvalitet förorsaka avlagringar och slagg. För att bortföra dessa sediment används en bottenblåsningsventil. Bottenblåsningen sker intermittent efter ett fastställt program och kan ske med handmanövrerad ventil, som stänger automatiskt då handkraften bortfaller, eller med en pneumatiskt manövrerad ventil med handspak.



## 7.10 Avsaltningsventil

Denna typ av ventil används för att ta bort salter nära pannvattnets yta. När pannvattnets konduktivitet överskrider fastställd gräns öppnar ventilen och blåser kontinuerligt tills konduktiviteten är justerad till rätt värde. Denna typ av ventil är normalt försedd med elektriskt manöverdon. Utförande finns även med provtagningsventil för enkel analys av konduktivetsvärden. Det avblåsta vattnet kan med fördel ledas till avspänningskärl för energiåtervinning. En avsaltningsventil dimensioneras normalt att blåsa 10% av pannans ångkapacitet..

## 7.11 Säkerhetsventiler

**Säkerhetsventiler används för att skydda pannan och systemet från skador p.g.a. för högt tryck samt för att undvika olyckor.**

### 7.11.1 Allmänt

Varje ångpanna och varje avstängbar utrustning, t ex överhettare, ekonomiser, skall förses med åtminstone en (1) säkerhetsventil. Den totala kapaciteten av samtliga på anläggningen monterade säkerhetsventiler skall minst motsvara maximalt kontinuerligt ånguttag. Högst 10 % tryckstegring tillåts.

Då säkerhetsventiler är viktiga komponenter ur säkerhetssynpunkt styrs deras konstruktion och beräkningar av internationella regler. Ett exempel är ISO 4126.

För mera information samt beräkning av säkerhetsventiler, se Armatecs ”Handbok Säkerhetsventiler”.

Säkerhetsventiler skall placeras så att de är lättillgängliga för test och underhåll.

### 7.11.2 Definitioner

**Säkerhetsventil:** Ventil som automatiskt, utan hjälp av någon annan energi än den från mediet, avblåser en viss mängd av mediet för att förhindra att ett förutbestämt högsta tillåtna tryck överskrids. Ventilen är konstruerad att stänga och förhindra ytterligare flöde sedan normala driftförhållanden återställts.

Ventilen får dessutom påverkas av en energikälla oberoende av mediets energi.

Man skiljer på ett antal olika typer av ventiler vad gäller **konstruktionen** enligt följande:

#### **Direktbelastad säkerhetsventil**

Trycket från mediet balanseras av en mekanisk last såsom fjäder eller hävarm med vikt.

#### **Tillsatsbelastad säkerhetsventil**

En tillsatsbelastad säkerhetsventil består av en fjäderbelastad säkerhetsventil med ett pneumatiskt don, impulsledningar och styrsåp. En tillsatsbelastad säkerhetsventil ger fördelen av mycket liten tryckstegring och låg nedblåsning.

Säkerhetsventiler skall placeras så att de är lättillgängliga för test och underhåll.

#### **Säkerhetsventil med veckbäl**

Direktbelastad ventil i vilken rörliga delar skyddas från mediet genom en veckbäl.

Denna konstruktion medger också ett mottryck i utloppsledningen upp till ca 35 % av öppningstrycket, dock påverkas säkerhetsventilens kapacitet.

Vad gäller funktionen kan man skilja mellan följande karaktäristik:

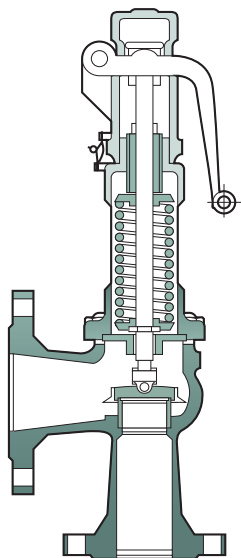
#### **Standardventil**

Med en tryckökning av max 10 % uppnår ventilen det lyft som erfordras för att avleda avsedd mängd. Inga krav ställs på öppningskaraktäristiken.

### Höglyftande säkerhetsventil

Ventilen öppnar snabbt till det lyft som ventilen är konstruerad för. Används i regel för kompressibla medier p g a den möjliga snabba tryckstegringen jämfört med inkompressibla medier och när stora flöden måste avledas. Fullt lyft erhålls vid en tryckstegring av högst 5%

Höglyftande ventil, AT4550 skall användas för ånga.



Höglyftande säkerhetsventil AT4550

### Proportionell säkerhetsventil

Öppnar nästan konstant i förhållande till tryckökningen vid en tryckökning av 10 %. Används för vätskor och varm/hetvattenpannor. I pumphsystem används ventilen som överströmningsventil (by-pass) och fungerar då som reglerorgan.

Proportionell säkerhetsventil skall användas för alla hetvattenpannor eller varmvattenpannor >2 MW. AT 4537 är lämplig proportionell säkerhets-

## 7.11.3 Tilloppsledning

Tryckfallet i tilloppsledningen eller mellan den skyddade utrustningen och säkerhetsventilen får inte överstiga 3 % av öppningstrycket eller en tredjedel av den maximalt tillåtna nedblåsningen, beroende på vilken som är lägst vid verkligt flöde.

Ledning eller kärl på vilka säkerhetsventilen är monterad, skall vara så stagad att vibrationer inte överförs till ventilen.

## 7.11.4 Utloppsledning

Tvårsnittarean på utloppsledningen får inte vara mindre än arean på säkerhetsventilens utlopp. Där säkerhetsventiler blåser av till ett förgreningsrör skall rørets tvärsnitt beräknas så att det kan ta emot avblåsningen från alla de säkerhetsventiler som kan blåsa av samtidigt till förgreningsrøret.

Mottryck (dynamiskt och/eller statiskt) på en säkerhetsventils utloppssida och som påverkar öppningstrycket och/eller massflødet skall beaktas.

Tryckfallet i utloppsledningen får vara högst 15% av öppningstrycket. Då mottryckskompenserad veckbåg används gäller högst 35%.

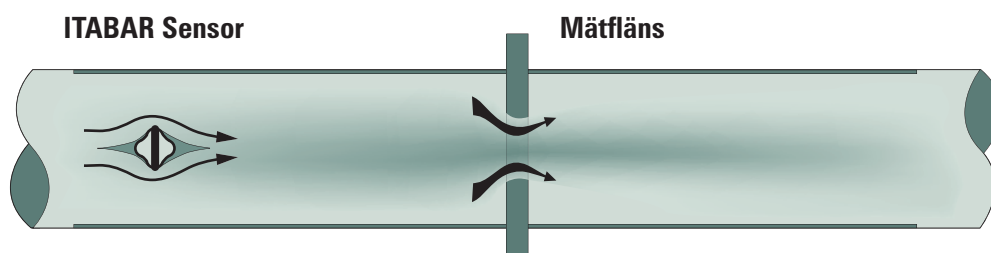
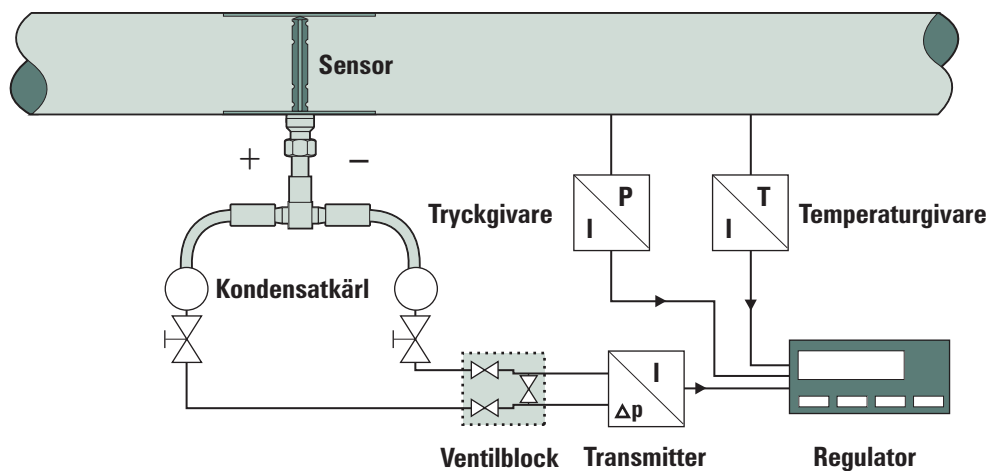
## 7.12 Ångmätning

För mätning av ångmängd används i första hand metoder baserade på differenstrycksmätning.

Med ett s k Pitot-rör erhålls bästa val av mätinstrument. Utrustningen består av ett rör (Pitot-röret), som förs in i rörledningen med en temperaturgivare, ventilblock, differenstryckstransmitter och instrument för registrering/avläsning.

För mätning av mättad ånga erfordras endast tryck- eller temperaturgivare.

För mätning av överhettad ånga krävs både tryck- och temperaturgivare.



## 8.1 Allmänt

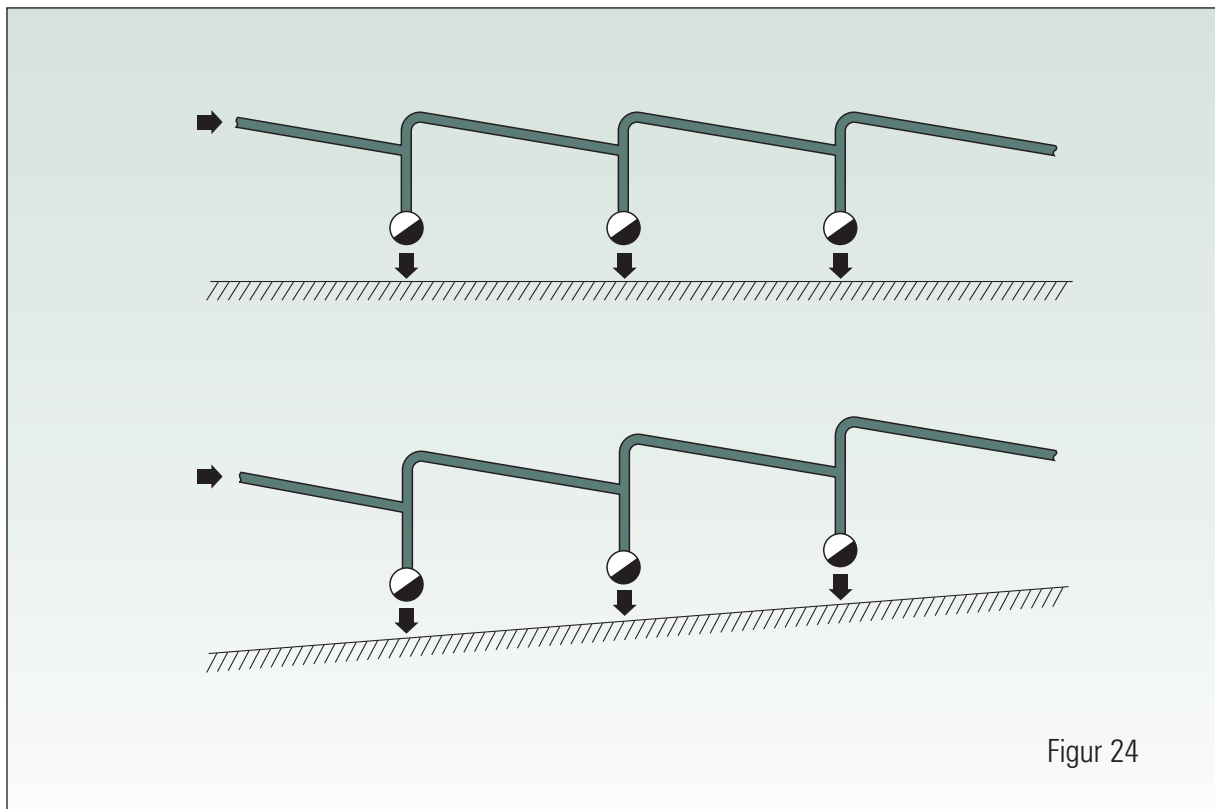
**I rörledningarna pågår en ständig kondensering av ångan beroende på värmeförluster. Det är därför nödvändigt att avlägsna kondensatet från systemet.**

Där så är möjligt skall rörledningar dras med minst 0,5% fall i ångans strömningsriktning. Då kommer kondensat och ånga att strömma i samma riktning. Rörledningarna utrustas med dräneringspunkter där kondensatet samlas för att dräneras bort.

Beroende på tryck och lednings DN arrangeras dräneringspunkter med vissa intervaller. Man bör också dränera alla lågpunkter och före alla stigningar i ledningsdragningen. Se också installationsexempel 01. Vid långa ledningar, som i figur 24, eller där t ex marknivån höjer sig kan man med fördel förlägga ledningen med trappvis stigning.

Vissa anläggningar har sådana förhållanden att det är omöjligt att undvika stigande ledningar. Kondensatet kommer då att rinna motsatt ångans strömningsriktning. Då blir det nödvändigt att sänka ångans hastighet till ca 15m/s eller lägre så att den inte kan tvinga kondensatet uppåt. Detta uppnås genom ökning av rörledningens dimension och med flera dräneringspunkter för att uppsamlingen av kondensat skall bli effektivare.

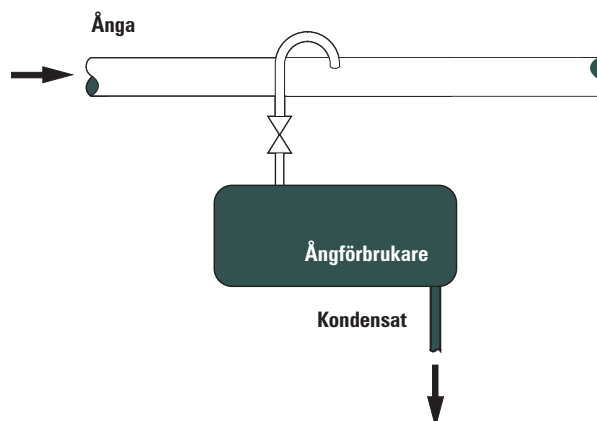
Dräneringspunkternas utformning på horisontell rörledning är viktig. Hur detta skall ske framgår av installationsexempel 01. Placera dem också hellre före än efter en kägelventil.



Figur 24

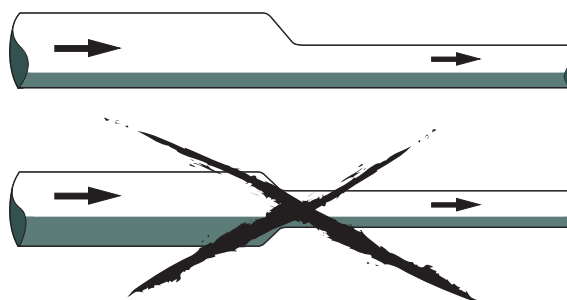
Expansionslyror skall monteras liggande i horisontella rörledningar för att inte kondensat skall kvarstå i lågpunkten.

Vid ånguttag från huvudångledning till en förbrukare skall man eftersträva att grenuttaget göres på toppen av huvudledningen. Se figur 25. Härigenom undviker man att kondensat rinner ner i grenledning och in i förbrukaren.



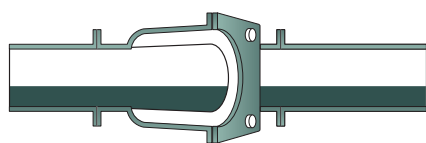
Figur 25

Gör alltid excentriska nerkoningar i rörsystemet

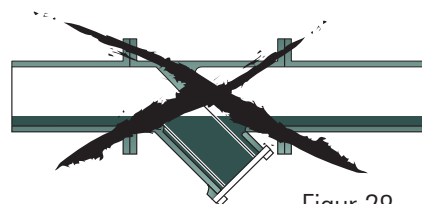


Figur 26

Installera alltid smutsfilter med smutsfickan 90° åt sidan, annars kan silarean bli för liten och filterinsatsen utsättes för kavitation och erosion pga av hastighetsökning genom silen. Se figur 27 och 28.



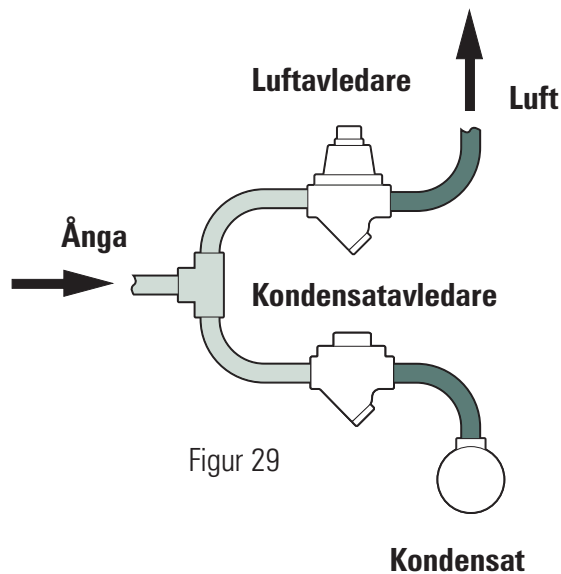
Figur 27



Figur 28

## 8.2 Installationer utomhus - frysrisk

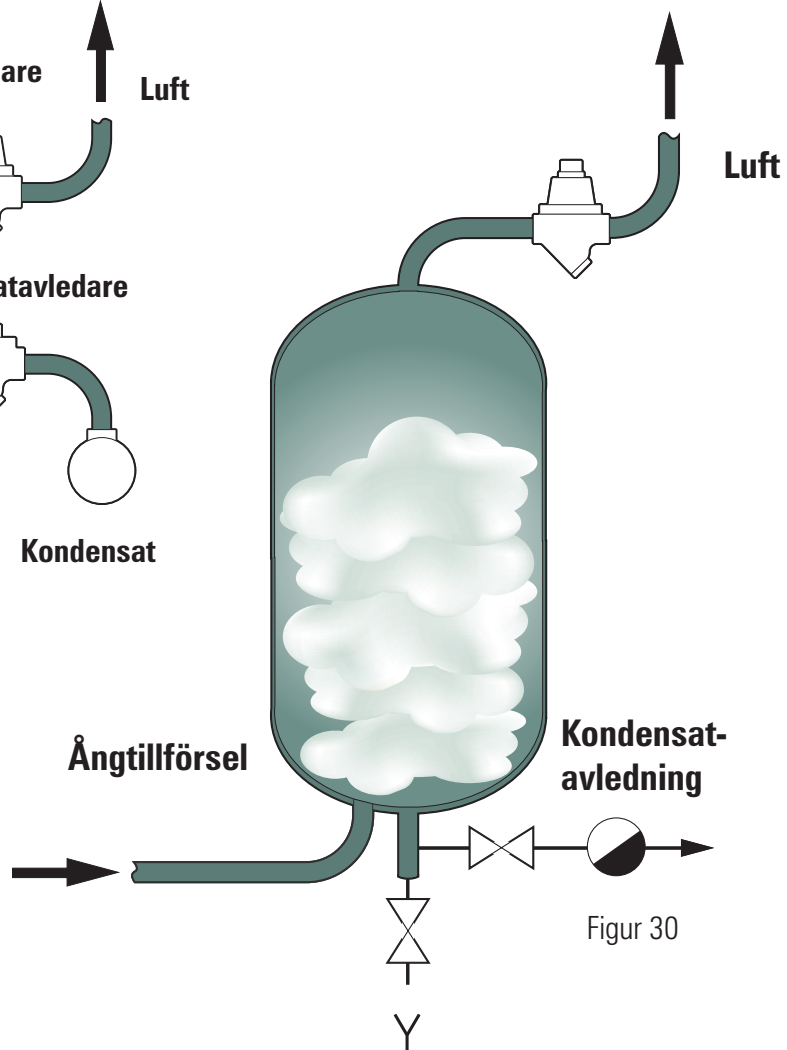
Enklaste sättet att undvika detta problem är att använda ångfallor i sk frostsäkert utförande. Dessa är de termiska avledarna av bimetall- och kapseltyp och om de installeras på så sätt att de är självdränerande så blir de frostfria.



Figur 29

## 8.3 Placering av avluftningsventiler

Figur 29 visar principen för avluftning av en ångledning. Avluftningsventilen placeras lämpligen i slutet av rörledningen dit luften förs av den inströmmande ångan. Se även installationsritning 02 (Dränering av slutända). Figur 30 visar hur avluftningsventilen placeras i toppen av ett processkäril som förses underifrån med direkt inblåst ånga. Lämplig avluftningsventil är ångfälla av kapseltyp.



Figur 30



Hittills har handboken till övervägande del varit teoretisk. Hur teorierna skulle kunna omsättas i praktiken framgår av efterföljande installationsexempel. Ofta kan anläggningsförhållandena i utgångsläget avvika från exemplen. Detta kan då påverka hur installationen slutgiltigt utföres och vilka komponenter som väljes. Här kan ibland kontakt med Armatec vara lämpligt.

I installationsexemplen finns rekommenderande artikelnummer från Armatec. Som kompletterande information till artiklarna finns också i nedanstående tabell uppgifter om ventiltyp, PN, DN och anslutningsform.

Artikelnummer	Ventiltyp	PN	DN	Anslutningsform
AT1028	Bälgventil	25	15-150	Flänsar
AT1050	Bälgventil	40	15-150	Flänsar
AT1170	Backventil	16	15-100	Mellan flänspar
AT1174	Backventil	40	15-100	Mellan flänspar
AT1320V	Strypventil	25	15-150	Flänsar
AT1344V	Strypventil	40	15-150	Svetsändar
AT1804-05	Tryckmätarsats		10	Svets/gänga
AT1890	Nålventil	400	8-25	Gängor
AT3542HT	Kulventil	25	10-50	Svetsändar
AT3547HT	Kulventil	25	10-50	Gängor
AT4029	Smutsfilter	25	25-300	Flänsar
AT4042	Smutsfilter	40	15-200	Flänsar
AT4265	Reducerventil	40	15-100	Flänsar
AT4280-7111	Temperaturventil	16 och 40	15-100	Flänsar
AT4420..G	Ångfälla, kapseltyp	40	15-25	Gängor
AT4420..F	Ångfälla, kapseltyp	40	15-25	Flänsar
AT4442..G	Ångfälla, bimetalldtyp	40	15-50	Gängor
AT4442..F	Ångfälla, bimetalldtyp	40	15-50	Flänsar
AT4494..G	Ångfälla, flottörtyp	40	15-50	Gängor
AT4494..F	Ångfälla, flottörtyp	40	15-50	Flänsar
AT4550-3	Säkerhetsventil	40	15-150	Flänsar
AT4641	Säkerhetsventil	16	15-25	Gängor
AT4801-, AT3806-, AT3806-116	Reglerventil, el	25	15-150	Flänsar
AT4801-, AT3800-, AT4880	Reglerventil, pneum.	25	15-150	Flänsar
AT4883	Tryckgivare			
AT4885-1	Temperaturgivare			
AT4892-24	Regulatorskåp			
AT4898-1R	Temperaturvakt			
AT8470-	Värmeväxlare			
AT8520-	Ackumulatortank			
AT8520TS	Termostat			

## Dränering av ångledningar och lågpunkter

Ångledningar skall ha ett fall i strömningsriktningen av ca 0,5-1% (0,5-1 m fall per 100 m rörledning).

Uppsamling av kondensat skall ske i dräneringsfickor tillverkade av T-rör. Dräneringsfickorna skall vara väl tilltagna i storlek enligt rekommendationerna i ritningen. Avstånden mellan dräneringsfickorna framgår också av ritningen. Dräneringsfickorna förses i botten med avtappningsventil.

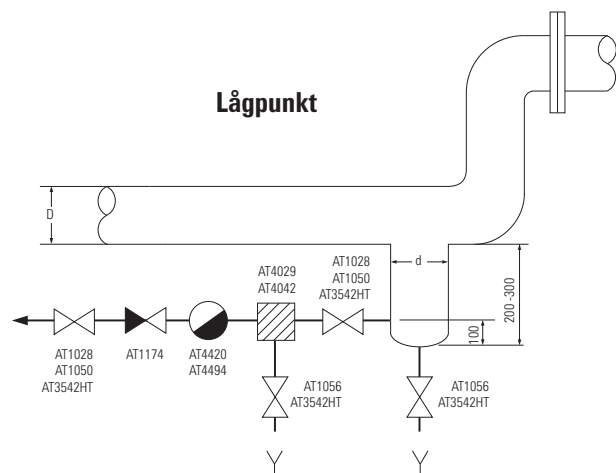
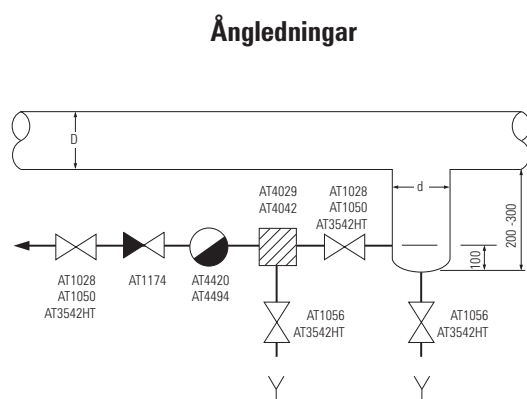
Ångfällor placeras på dräneringsfickorna enligt ritningen så att föroreningar samlas upp dels i filtret före ångfällan eller dräneras bort genom avtappningsventilen. Lämplig ångfälla är flottörfälla som arbetar utan underkyllning och kontinuerligt dränerar kondensat så snart det bildas. Därmed befrias rörledningen från kondensat. Som andra val kan kapselfälla användas. Då bortfaller separat smutsfilter och backventil eftersom dessa funktioner finns integrerade i kapselfällan.

Vid driftstart och kalla rörsystem kommer ev. inte ångfällorna att tillräckligt snabbt kunna dränera ångsystemet på de stora mängderna av luft/gaser och kondensat utan det kan behövas ytterligare dräneringar. Det kan då vara lämpligt att också öppna de manuella avtappningsventilerna i dräneringsfickans botten och/eller ev andra lämpligt placerade dräneringsventiler.

Under normaldrift och förutsatt välisolerad ångledning, bildas relativt lite kondensat.

Dränering av lågpunkter på rörledning:

Här gäller i stort samma som ovan. Sker inte denna dränering finns risk för ångslag när varm ånga möter kvarstående kondensat. Se även avsnitt 6.6 Vattenslag.



Avstånd mellan dräneringspunkter

Ångledning DN	Arbetstryck			D d
	< 6 bar	6-20 bar	< 20 bar	
< 250	50 m	80 m	100 m	≤ 80 = D
250-400	40 m	60 m	80 m	100 - 250 = D minus en dim.
< 400	30 m	40 m	50 m	≥ 300 - 250

Installationsexempel 01

Datum 12-02-20

Dränering av ångledning  
utan separator.

**ARMATEC**  
Solutions for...

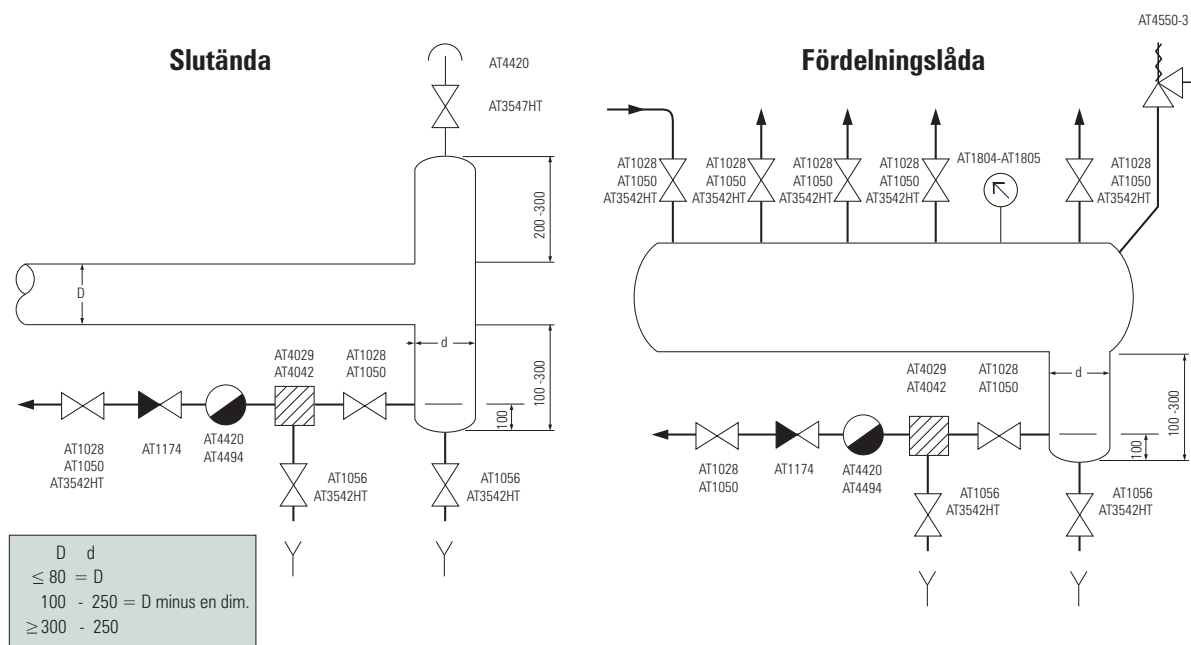
## Dränering av slutända och fördelningslåda

### Dränering av slutända på rörledning.

Här gäller i stort samma som på föregående uppslag avseende Dränering av ångledningar och lågpunkter. Dock måste slutändan utföras med T-stycke där högsta punkten utrustas med en automatisk avluftningsventil för evakuering av luft/gaser i rörledningen. Denna avluftning kan också göras med ångfälla av kapseltyp.

### Dränering av fördelningslåda.

Också här gäller i stort samma som sagts ovan. Tillse att det finns minst 1% lutning mot dräneringsfickan.



Installationsexempel 02

Datum 12-02-20

Dränering av slutända och fördelningslåda



## Ångföljeledningar - Tracing

### Vid val av ångfälla bör man ställa vissa frågor:

Vad skall värmas – typ av produkt?

När skall det ske, vid frysning, viss säsong, vid driftstopp eller kontinuerligt?

Vilka temperaturer erfordras på ånga eller produkt?

När behoven är fastställda bör man betänka följande:

Vid produkt som endast behöver värmas vid driftstopp bildas vid normalt drift mycket lite condensat. Förutsatt välisolerad ångledning/ produktledning är kylbenet troligen det som ger upphov till större delen av kondenseringen.

Vid driftstopp krävs däremot ångtillförsel med avpassad temperatur och kondenseringen ökar avsevärt.

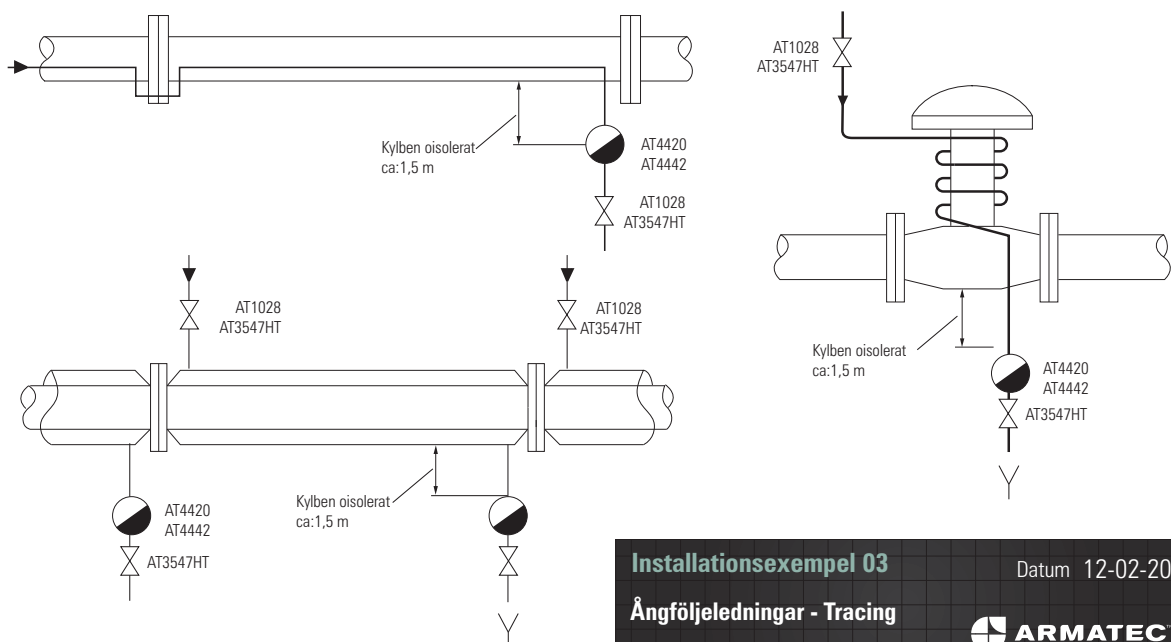
För dessa fall bör man välja bimetallfälla, där underkylningen ca 30 grad C ger viss utnyttjande av vätskevärmnet.

Vid raka rörledningarna och tillfredställande isolering bör avledare placeras på ett avstånd av max 60-80 m från varandra. Förekommer rördragning med flera böjar, ändrade riktningar, stigningar, max 4 m lyfthöjd/bar driftryck rekommenderas, e t c bör avledarna sitta tätare.

Dimensionering sker efter kapacitetsdiagrammen. Då det ofta är svårt att teoretiskt fastställa det verkliga kapacitetsbehovet har det visat sig att DN 15 ofta är tillräckligt.

Vid produkt som ex tjära, svavel, harts och bitumen med behov kontinuerlig uppvärmning för att kunna pumpas och flyta, användes ångmantlade rör. Här skall man välja en kapselfälla som med underkylning av 10 grad C endast ger liten uppdämning av condensatet och därmed tillräcklig effekt på uppvärmningen av produkten.

Vid sk instrumenttracing väljes bimetallfälla i DN 10/15 pga den ringa kondenseringen. Beroende på placering i anläggningen, avstånd till condensatledning samt den ringa mängden kan man överväga om det är meningsfullt att omhänderta condensatet eller om de kan avledas till golvbrunn eller på annat sätt.



Installationsexempel 03

Datum 12-02-20

Ångföljeledningar - Tracing

**ARMATEC**  
Solutions for...

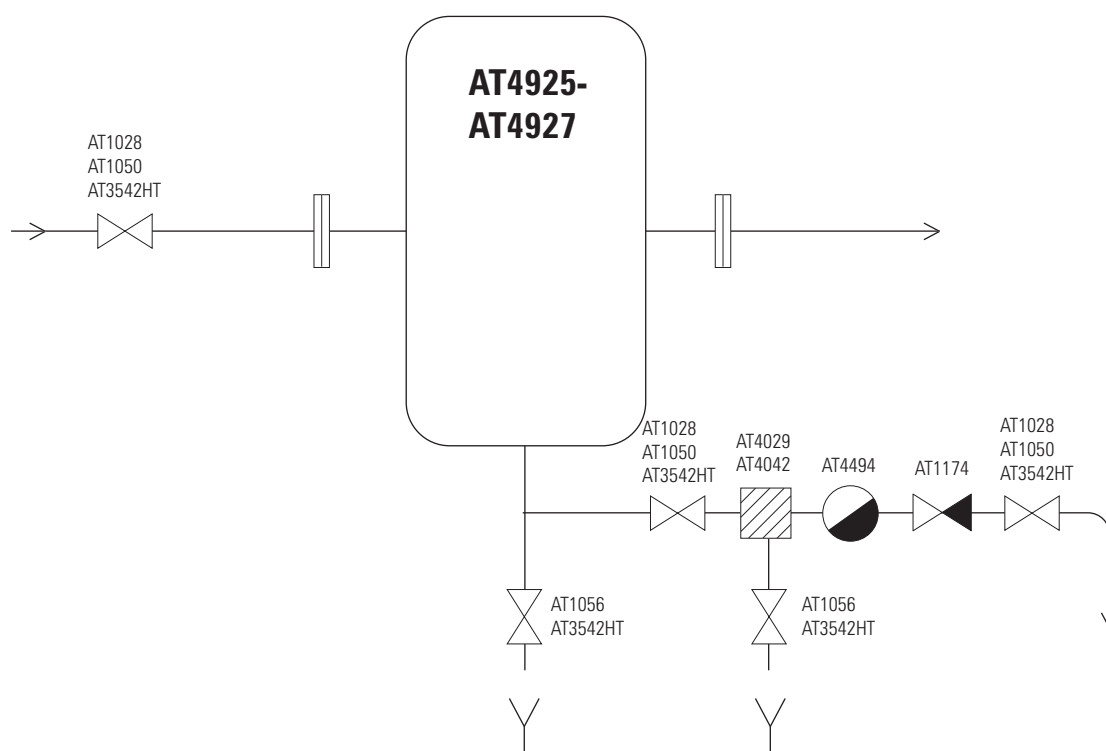
## Dränering av separator

Torr mättad ånga är svårt att vidmakthålla i en huvudångledning. Vattendroppar från pannan och när ångan börjar kondensera finns i ångan. För att förbättra ångkvaliteten är det inte tillräckligt med endast en ångfälla. Istället bör man installera en separator i ångledningen och placera denna så nära förbrukningsstället som möjligt. Genom en kombination av hastighetsänkning

och/eller centrifugalverkan hos ångan separeras vattendropparna och ångans kvalitet förbättras.

Då separatoren skall vara fri från uppsamlat kondensat behövs en ångfälla i bottenanslutningen som arbetar med ingen eller liten underkyllning. Här bör man installera flottörfälla.

Installeras i princip enligt ritningen.



Installationsexempel 04

Datum 12-02-20

Dränering av separator

**ARMATEC**  
Solutions for...

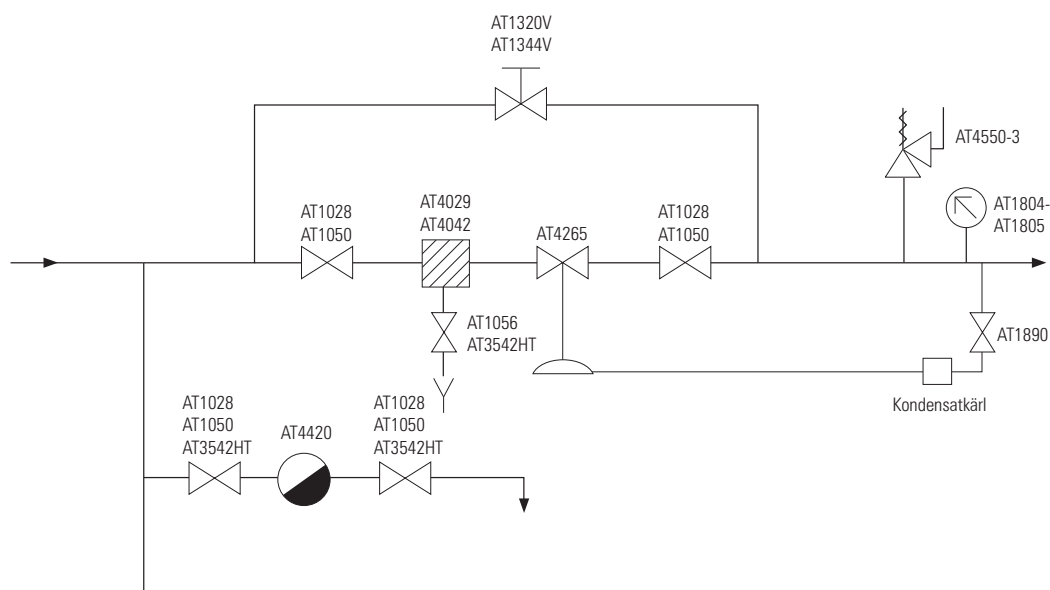
## Tryckreduceringsenhet, egenmediastyr

Skall i princip utföras enligt ritningarna. Det är viktigt att samtliga komponenter installeras för kontinuerlig driftsäkerhet, övervakning samt möjlighet till avställning och service av komponenterna.

Första val för ångfälla är kapseltyp vilket redovisas i exempel 05 och 06. Andra val är flottörfälla och då måste separat smutsfilter och backventil installeras.

I princip gäller samma som ovan vid temperaturreglering.

Om separator helt enligt installationsexempel 04 finns installerad före dessa enheter, bortfaller behov av ångfälla med tillhörande ventiler.

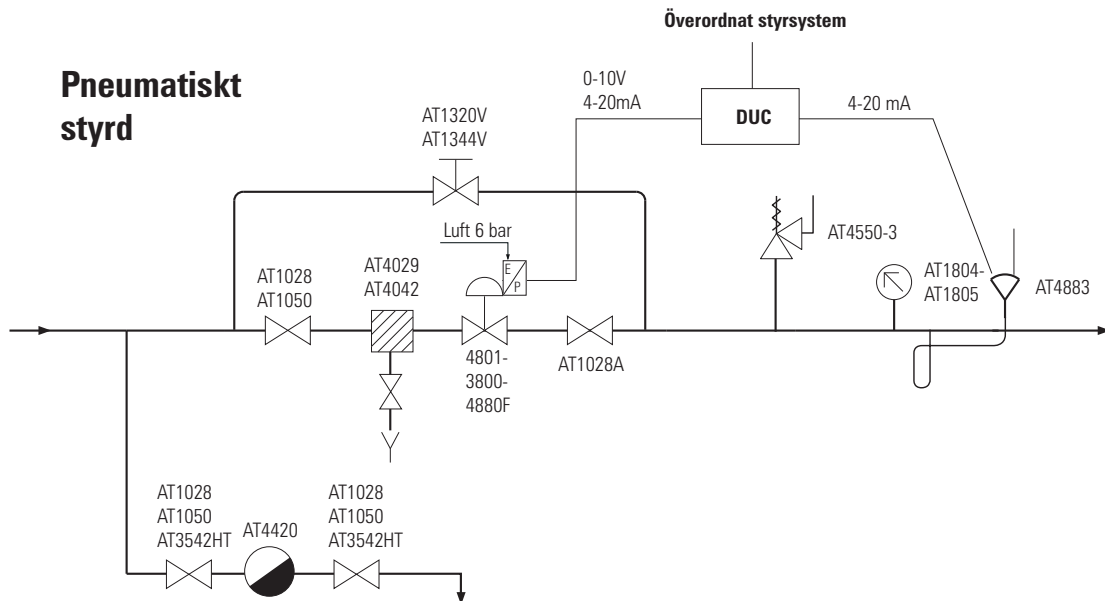
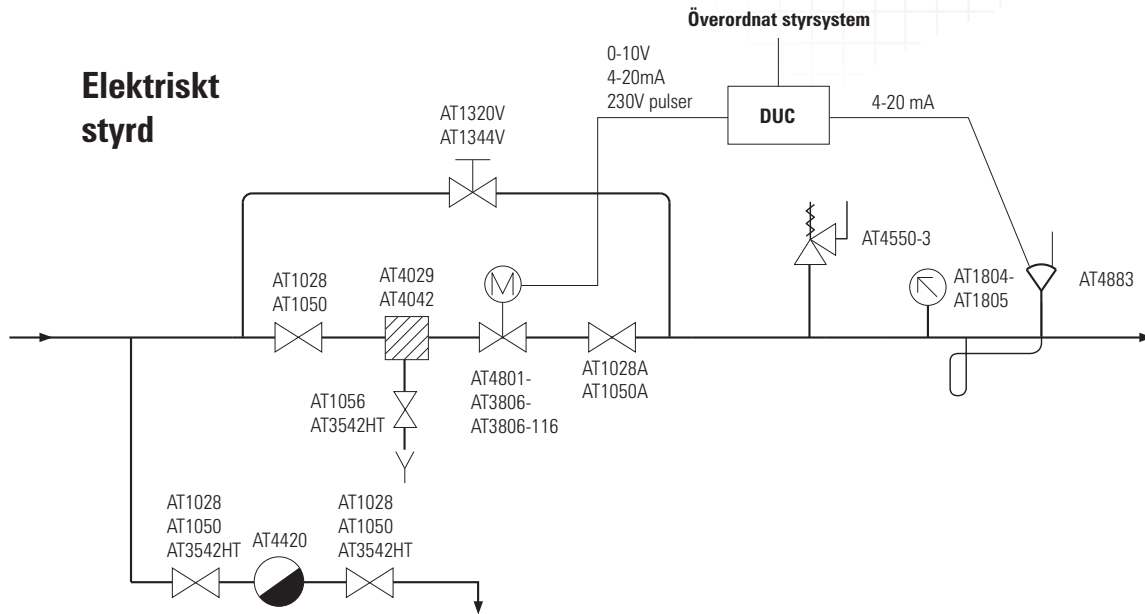


Installationsexempel 05

Datum 12-02-20

Tryckreduceringsenhet,  
egenmediastyr

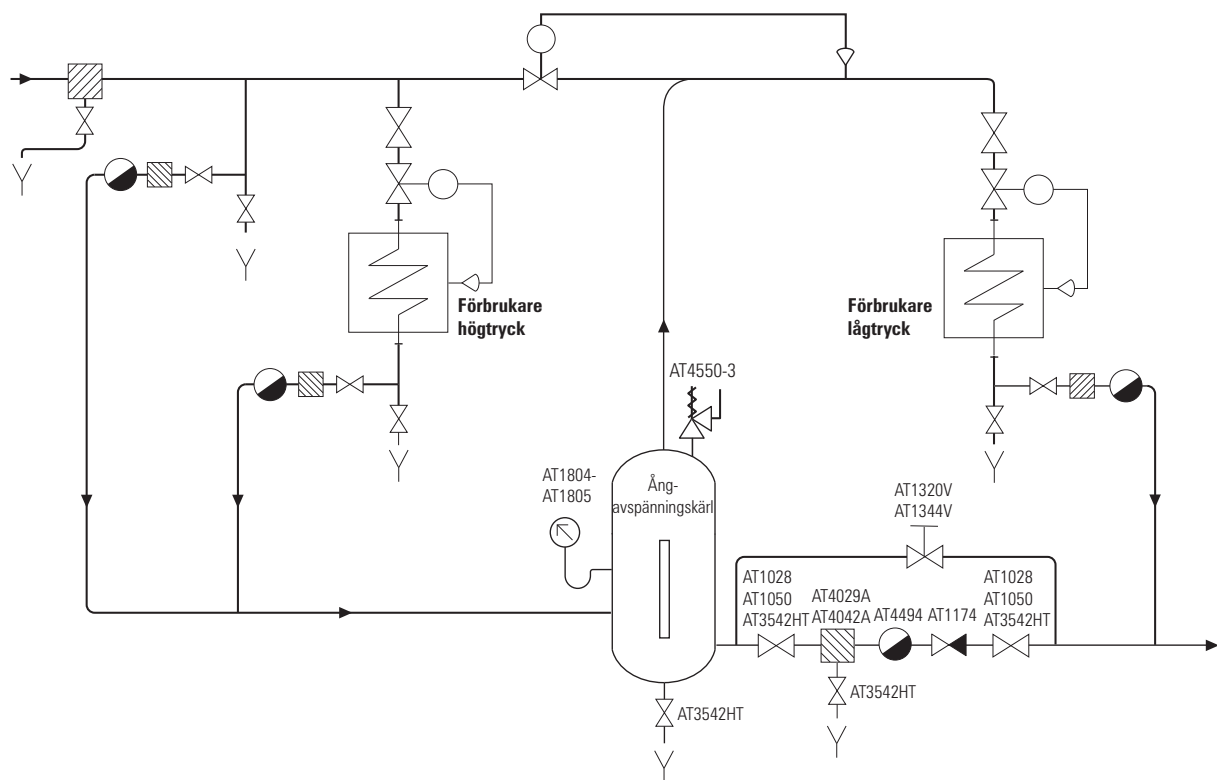
**ARMATEC**  
Solutions for...



## Dränering av ångavspänningskärl vid återvinning av expansionsånga

I ångavspänningskärlet återförångas kondensat och ångbildningsvärmens kan utnyttjas vid lägre tryck/temperatur. För dränering av kondensat bör man välja en fälla av flottörtyp som avleder kondensatet

omedelbart när det bildas så att risk inte finns att det dras med ut i ångutloppet. Utföres i princip enligt ritningen.



Installationsexempel 07

Datum 12-02-20

Dränering av ångspänningskärl  
vid återvinning av expansionsånga

**ARMATEC**  
Solutions for...



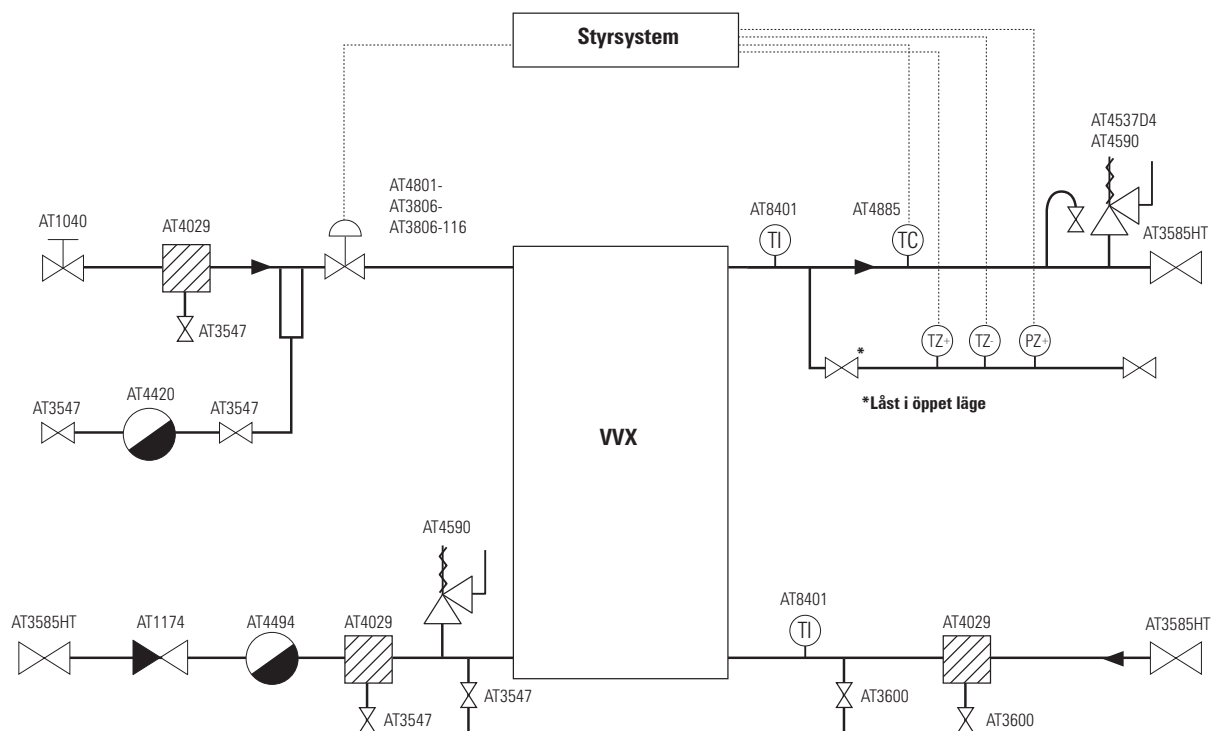
## Dränering av värmeväxlare

Utföres i princip enligt ritningen. Reglering av ångan göres på tilloppet.

Här är det viktigt att välja ångfälla av flottörtyp, som avleder kondensatet så snart det bildas och som klarar variationer i tryck, och kapacitet. Även vacuum kan i vissa fall uppstå.

Då låga tryck förekommer är det lämpligt att värmeväxlaren installeras med fritt fall mot kondensattank, för att undvika lyftning av kondensatet.

I stort sett gäller vad som ovan sagts också för oljeförvärmare.



Installationsexempel 08

Datum 12-02-20

Dränering av värmeväxlare

**ARMATEC**  
Solutions for...

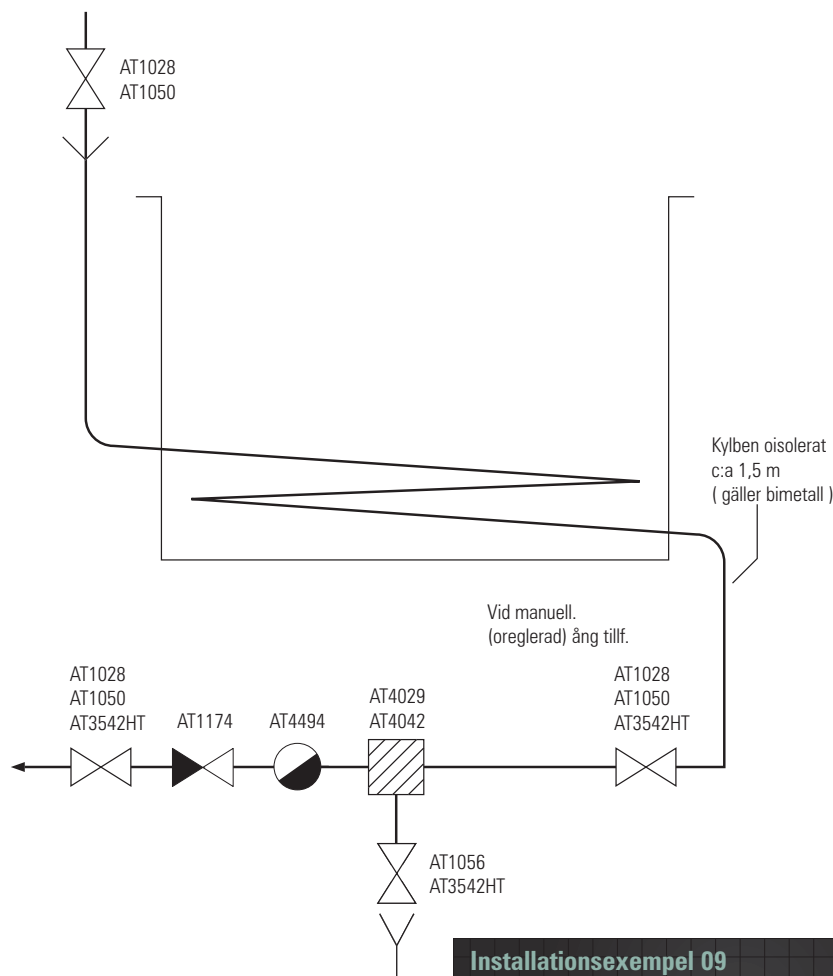
## Uppvärmning av tank med fast rörslinga

Två varianter finns. Skillnaden är om ångtillförsel är manuell (oreglerad) eller automatisk (reglerad). Som framgår är ångfällan placerad som lägsta punkt. Vid manuell ångtillförsel bör man välja ångfälla av bimetall typ. Då bortfaller separata filter och backventil som finns i denna fälla.

Vid automatiskt reglerad installation, när värmeuttaget är litet och reglerventilen är mycket litet

öppen sjunker trycket när ångan kondenserar och kan övergå till vacuum. Då måste man välja en ångfälla som omedelbart avleder kondensatet samt genom fritt fall mot kondensattank inte ger något mottryck. Här är det viktigt att välja ångfälla av flottörtyp.

Installationen kan i princip utföras enligt ritningen.



Installationsexempel 09

Datum 12-02-20

Uppvärmning av tank med  
fast rörslinga

**ARMATEC**  
Solutions for...

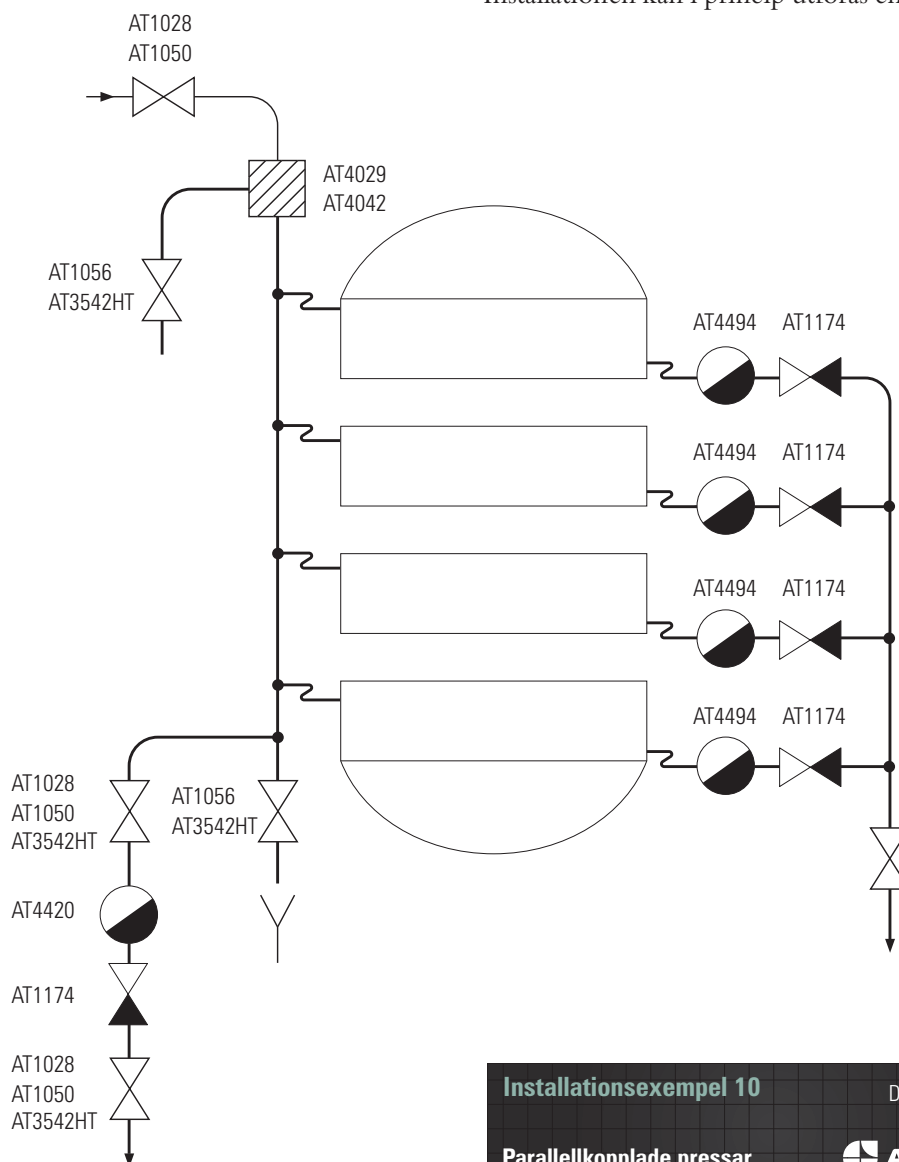
## Parallellkopplade pressar

Dessa pressar för ex gummi och plast kräver jämn temperatur över hela ytorna för en hög och jämn kvalitet av slutprodukten. Därmed behöver också ångtrycket vara detsamma för varje press och ev luft måste evakueras.

Varje pressdel skall ha individuell ångförsörjning och avledning av kondensat.

Uppdämning av kondensat är direkt olämpligt och därför skall man välja en ångfälla av flottörtyp.

Installationen kan i princip utföras enligt ritningen.



Installationsexempel 10

Datum 12-02-20

Parallellkopplade pressar

**ARMATEC**  
Solutions for...

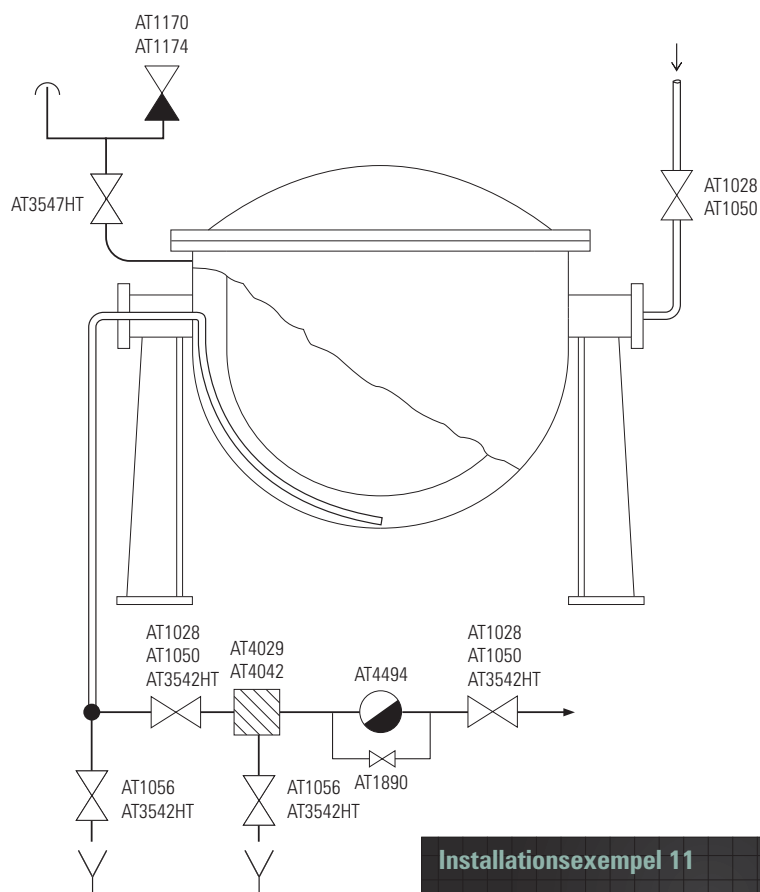
## Tippbar kokgryta

Eftersom dessa grytor oftast användes endast under dagsskift så startas de och ställs av varje arbetsdag. Beroende på ångutrymmet, runt hela grytan, krävs relativt stor avledning av kallt kondensat och avluftning under uppstart. Väl i drift och förutsatt rätt vald ångfälla är dräneringsbehovet av kondensat förhållande litet.

För kortast möjliga koktid skall man välja en ångfälla av flottörtyp, som omedelbart dränerar kondensatet när det bildas. Det är också lämpligt att installera en separat avluftningsventil. Till detta kan man välja en ångfälla av kapseltyp. Dessutom behöver man en vacuumventil, som släpper in

luft när anläggningen kyles av, för att förhindra att vacuum uppstår. Lämplig vacuumventil är en omvänd ringbackventil.

I denna installation användes sk sifonrör för avledning av kondensat. Eftersom det är draget igenom ångrummet på kokgrytan så leder detta till att ånglås uppstår och ångfällan får svårt att fungera på önskat sätt. Detta kan lösas genom en förbigångsledning runt ångfällan. Denna ledning förses med en nålventil som ständigt är något öppen och därmed kommer att avleda kondensat. Viss kontinuerligt ångutsläpp måste därmed accepteras.



Installationsexempel 11

Datum 12-02-20

Tippbar kokgryta

**ARMATEC**  
Solutions for...

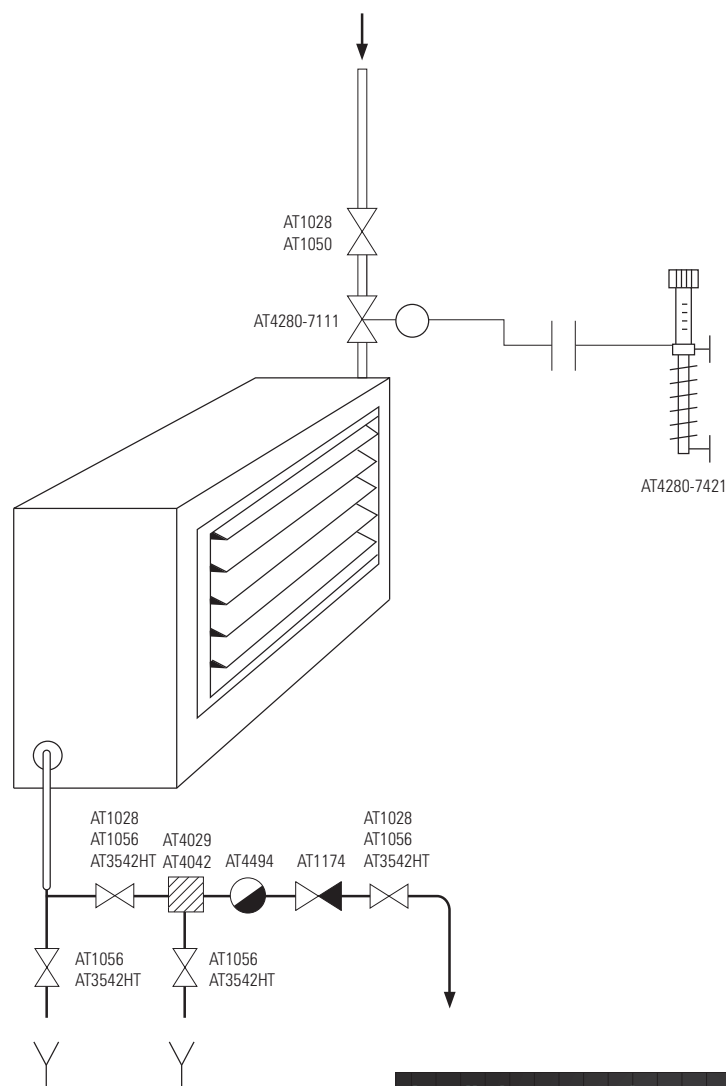
## Fläktluftvärmare och ångbatteri i ventilationsaggregat

Dessa har reglerad ångtillförsel.

Stora variationer i tryck och kapacitet förekommer.  
God avluftningsförmåga måste finnas.

I vissa fall kan trycket falla så lågt att vacuum kan uppstå och luft sugas in i apparaten.

Kondensatledningen bör därför ha självfall till kondensattank. Dessa förhållanden tillsammans kräver en flottörfälla.



### Installationsexempel 12

Datum 12-02-20

Fläktluftvärmare och ångbatteri  
i ventilationsaggregat

**ARMATEC**  
Solutions for...

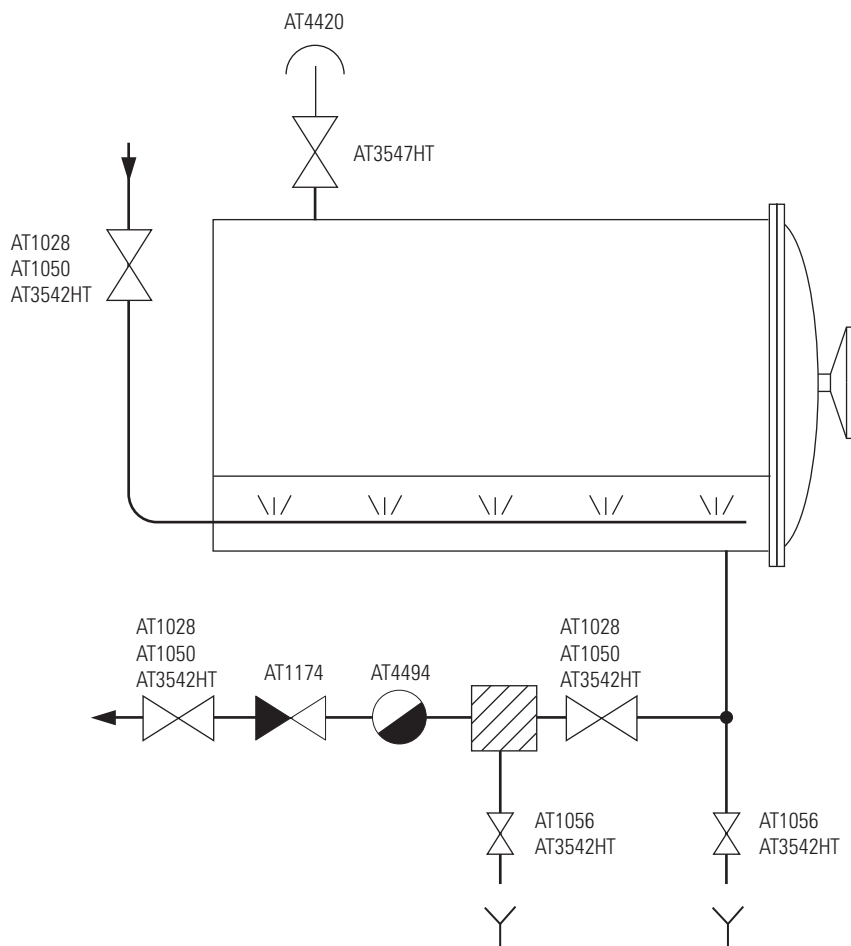
## Autoklaver

Autoklaven skall vara helt fri från kondensat innan den fylls med produkten för uppvärmning. Det är nödvändigt med separat automatisk avluftningsventil eftersom luft kan leda till temperaturskillnader i autoklaven.

Kondensatet skall avledas utan uppämning och därför väljes flottörfälla.

Utföres i princip enligt ritningen.

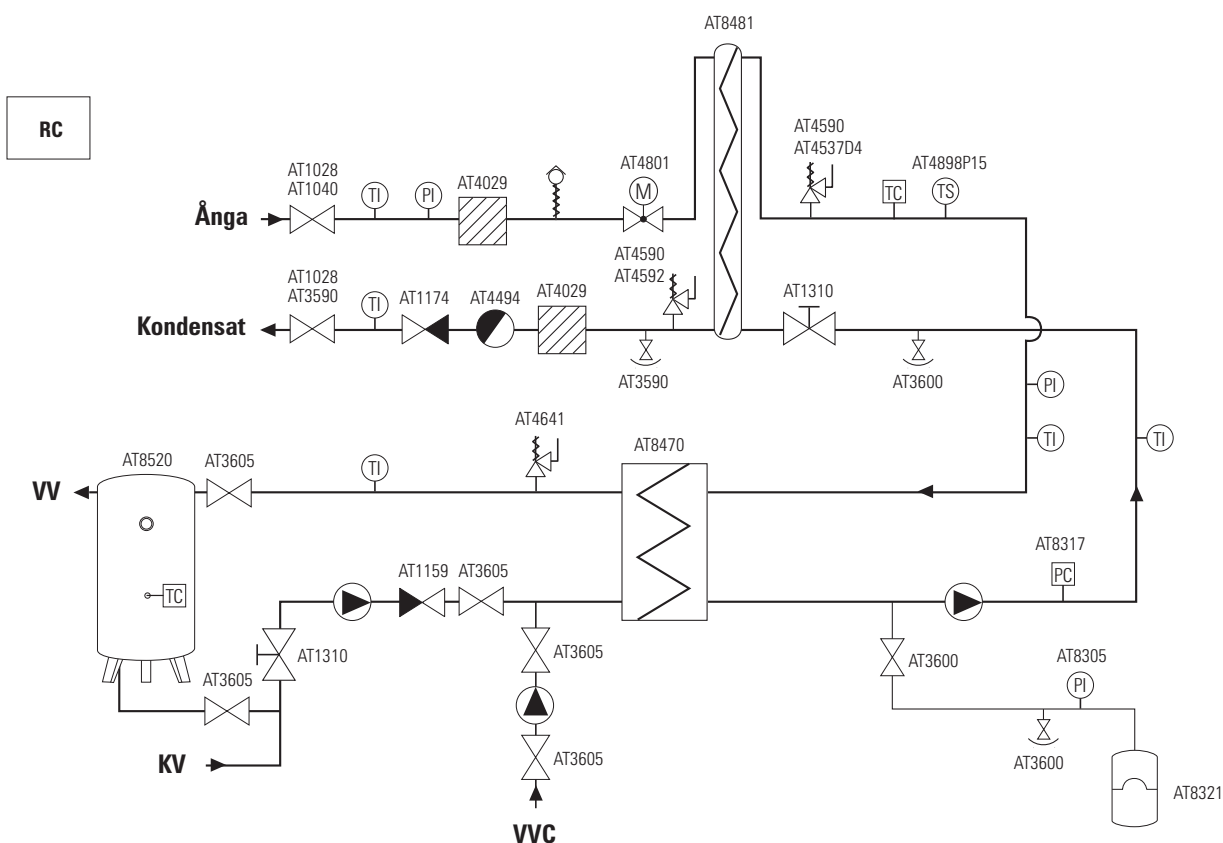
För autoklaver av rostfritt stål finns motsvarande ångfallor och ventiler av rostfritt stål.



## Värmeväxlar modul ånga/tappvarmvatten

Systemet består av en primärsida där ångan via värmeväxlare värmer kallvatten/laddningskrets. Pumpen i laddningskretsen styrs av termostat

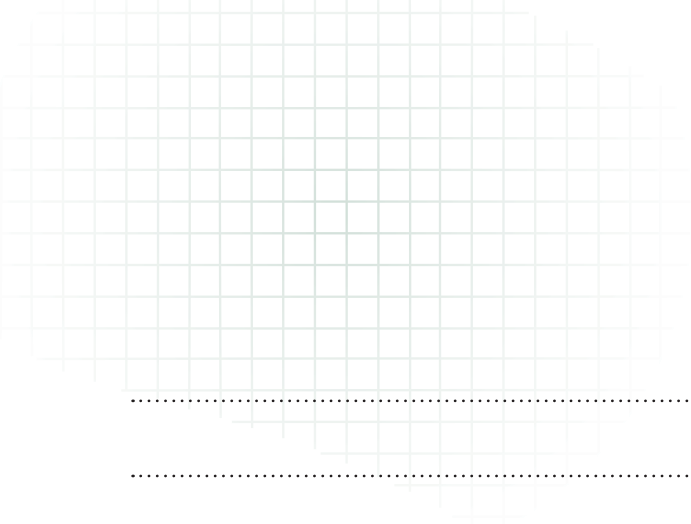
60–65 °C i ackumulatortanken. Reglerventilen på ångsidan har kombinerad regler- och blockeringsfunktion.



VATTEN							ÅNGA			
Temp. °C	Mättnings- tryck bar abs	Densitet e' kg/m <sup>3</sup>	Spec. volym v' m <sup>3</sup> /kg	Spec. entropi s' kJ/kg xK	Spec. entalpi h' kJ/kg	Förångnings- värme r kJ/kg	Densitet e'' kg/m <sup>3</sup>	Spec. volym v'' m <sup>3</sup> /kg	Spec. entropi s'' kJ/lg xK	Spec. entalpi h'' kJ/kg
0	0,006	999,8	0,001000	-0,000 2	-0,04	2501,6	0,005	206,3	9,1577	2501,6
5	0,009	1000,0	1000	0,0762	21,01	2489,7	0,007	147,2	9,0269	2510,7
10	0,012	999,7	1000	0,151 0	41,99	2477,9	0,009	106,4	8,9020	2519,9
15	0,017	999,2	1001	0,224 3	62,49	2466,1	0,013	77,98	8,7826	2529,1
20	0,023	998,3	1002	0,296 3	86,86	2454,3	0,017	57,84	8,6684	2538,2
25	0,032	997,1	0,001003	0,367 0	104,77	2442,5	0,023	43,40	8,5592	2547,3
30	0,042	995,7	1004	0,436 5	125,66	2430,7	0,030	32,93	8,4546	2556,4
35	0,056	994,0	1006	0,504 9	146,56	2418,8	0,040	25,24	8,3543	2565,4
40	0,074	992,3	1008	0,572 1	167,45	2406,9	0,051	19,55	8,2583	2574,4
45	0,096	990,2	1010	0,638 3	188,35	2394,9	0,065	15,28	8,1661	2583,3
50	0,123	988,1	0,001012	0,703 5	209,26	2382,9	0,083	12,05	8,0776	2592,2
55	0,157	985,7	1015	0,767 7	230,17	2370,8	0,104	9,58	7,9926	2601,0
60	0,199	983,2	1017	0,831 0	251,09	2358,6	0,130	7,68	7,9108	2609,7
65	0,250	980,5	1020	0,893 3	272,02	2346,3	0,161	6,20	7,8322	2618,4
70	0,312	977,7	1023	0,954 8	292,97	2334,0	0,198	5,05	7,7565	2626,9
75	0,386	974,8	0,001026	1,015 4	313,94	2321,5	0,242	4,13	7,6835	2635,4
80	0,474	971,6	1 029	1,075 3	334,92	2308,8	0,293	3,41	7,6132	2643,8
85	0,578	968,4	1 033	1,134 3	355,92	2296,5	0,354	2,83	7,5454	2652,0
90	0,701	965,2	1 036	1,192 5	376,94	2283,2	0,424	2,36	7,4799	2660,1
95	0,845	961,6	1 040	1,250 1	397,99	2270,2	0,505	1,98	7,4166	2668,1
100	1,013	958,1	0,001044	1,306 9	419,06	2256,9	0,598	1,67	7,3554	2676,0
105	1,208	954,5	1048	1,363 0	440,17	2243,6	0,705	1,42	7,2962	2683,7
110	1,433	950,7	1052	1,418 5	461,32	2230,0	0,827	1,21	7,2388	2691,3
115	1,691	946,8	1056	1,473 3	482,50	2216,2	0,965	1,04	7,1832	2698,7
120	1,985	942,9	1061	1,527 6	503,72	2202,2	1,122	0,98	7,1293	2706,0
125	2,321	938,8	0,001065	1,581 3	524,99	2188,0	1,298	0,77	7,0769	2713,0
130	2,701	934,6	1070	1,634 4	546,31	2173,6	1,497	0,67	7,0261	2719,9
135	3,131	930,2	1075	1,688 9	567,68	2158,9	1,719	0,58	6,9766	2726,6
140	3,614	925,8	1080	1,739 0	589,10	2144,0	1,967	0,51	6,9284	2733,1
145	4,155	921,4	1085	1,790 6	610,60	2128,7	2,242	0,45	6,8815	2739,3
150	4,760	916,8	0,001091	1,841 6	632,15	2113,2	2,548	0,39	6,8358	2745,4
155	5,433	912,1	1096	1,892 3	653,78	2097,4	2,886	0,35	6,7911	2751,2
160	6,181	907,3	1102	1,942 5	675,47	2081,3	3,260	0,31	6,7475	2756,7
165	7,008	902,4	1108	1,992 3	697,25	2064,8	3,671	0,27	6,7048	2762,0
170	7,920	897,3	1115	2,041 6	719,12	2047,9	4,123	0,24	6,6630	2767,1
175	8,924	892,1	0,001121	2,090 6	741,07	2030,7	4,618	0,22	6,6221	2771,8
180	10,03	886,9	1128	2,139 3	763,12	2013,1	5,160	0,19	6,5819	2776,3
185	11,23	881,5	1134	2,187 6	785,26	1995,2	5,752	0,17	6,5424	2780,4
190	12,55	876,0	1142	2,235 6	807,52	1976,7	6,397	0,16	6,5036	2784,3
195	13,99	870,4	1149	2,283 3	829,88	1957,9	7,100	0,14	6,4654	2787,8



Temp. °C	VATTEN					ÅNGA				
	Mättnings- tryck bar abs	Densitet e' kg/m <sup>3</sup>	Spec. volym v' m <sup>3</sup> /kg	Spec. entropi s' kJ/kg xK	Spec. entalpi h' kJ/kg	Förångnings värme r kJ/kg	Densitet e" kg/m <sup>3</sup>	Spec. volym v" m <sup>3</sup> /kg	Spec. entropi s" kJ/Ig xK	Spec. entalpi h" kJ/kg
200	15,55	864,7	0,001157	2,3307	852,37	1938,6	7,864	0,127	6,42 78	27 90,9
205	17,24	858,8	1164	2,3778	874,99	1918,8	8,694	0,115	6,39 06	27 93,8
210	19,08	852,8	1173	2,4247	897,74	1898,5	9,593	0,104	6,35 39	27 96,2
215	21,06	846,7	1181	2,4713	920,63	1877,6	10,57	0,095	6,31 76	27 98,3
220	23,20	840,3	1190	2,5178	943,67	1856,2	11,62	0,086	6,28 17	27 99,9
225	25,50	833,9	0,001199	2,5641	966,89	1834,3	12,76	0,078	6,24 61	28 01,2
230	27,98	827,3	1209	2,6102	990,26	1811,7	14,00	0,071	6,21 07	28 02,0
235	30,63	820,5	1219	2,6562	10 13,8	1788,5	15,33	0,065	6,1756	28 02,3
240	33,48	813,6	1229	2,7020	10 37,6	1764,6	16,76	0,060	6,1406	28 02,2
245	36,52	806,5	1240	2,7478	10 61,6	1740,0	18,31	0,055	6,1057	28 01,6
250	39,78	799,2	0,001251	2,7935	1085,8	1714,6	19,90	0,050	6,07 08	28 00,4
260	46,91	783,9	1276	2,8848	11 37,9	1661,5	23,73	0,042	6,0010	27 96,4
270	55,06	767,8	1303	2,9763	11 85,2	1604,6	28,10	0,036	5,9304	27 89,9
280	64,20	750,5	1332	3,0683	12 36,8	1543,6	33,19	0,030	5,8586	27 80,4
290	74,46	732,1	1366	3,1611	12 90,0	1477,6	39,16	0,026	5,7848	27 67,6
300	85,93	712,2	0,001404	3,2552	1345,0	1406,0	46,19	0,022	5,70 81	27 51,0
310	98,70	690,6	1448	3,3512	14 02,4	1327,6	54,54	0,018	5,6278	27 30,0
320	112,9	666,9	1500	3,4500	14 62,6	1241,1	64,60	0,015	5,54 23	27 03,7
330	128,6	640,4	1562	3,5528	15 26,5	1143,6	76,99	0,013	5,44 90	26 70,2
340	146,1	610,2	1639	3,6616	15 95,5	1030,7	92,76	0,011	5,34 27	26 26,2
350	165,4	574,3	0,001741	3,7800	16 71,9	895,7	113,6	0,009	5,2177	25 67,7
360	186,8	527,5	1896	3,9210	17 64,2	721,3	144,1	0,007	5,0600	24 85,4
370	210,5	451,8	2214	4,11 08	18 90,2	452,6	201,1	0,005	4,8144	23 42,8
374	220,8	351,8	2843	4,34 87	20 46,3	108,6	288,5	0,003	4,5166	21 55,0
374,15	221,2	315,5	3170	4,44 29	21 07,4	0,0	315,5	0,003	4,4429	21 07,4



A series of horizontal dotted lines spanning the width of the page, providing a guide for writing notes.

FOR EVERY PROBLEM THERE IS A  
POSSIBLE SOLUTION. OUR MISSION  
IS TO FIND THAT SOLUTION.

## Solutions for...

**Där det finns problem, finns också möjligheten till en lösning. Att hitta dessa lösningar är vår uppgift.**

**Var och en av oss har specialistkunskap, vissa är nischade och andra har bredare kompetensområde. Tillsammans har vi den kunskap som behövs för att lösa dina problem.**

**Vår metod bygger på teknisk kompetens, erfarenhet och engagemang. Dessutom bryter vi gärna mönstret och tänker nytt och annorlunda. På så vis kan vi erbjuda effektivare lösningar både på nya och gamla problem.**

**Det är alltid våra kunder som avgör om vi håller vad vi lovar. Välkommen att testa oss du också. Det kan bli lösningen på dina problem.**

### **Armatec AB huvudkontor Göteborg**

Box 9047 SE-400 91 Göteborg  
Besöksadress A, Odhners gata 14 421 30 Västra Frölunda  
Tel 031-89 01 00 Fax 031-45 36 00  
E-mail [info@armatec.se](mailto:info@armatec.se) [armatec.se](http://armatec.se)

### **Armatec AB Malmö**

Östra Farmvägen 15B  
212 16 Malmö  
Tel 040-600 95 00 Fax 040-600 95 05  
E-mail [info@armatec.se](mailto:info@armatec.se) [armatec.se](http://armatec.se)

### **Armatec AB Stockholm**

Vretensborgsvägen 20  
126 30 Hägersten  
Tel 08-794 06 70 Fax 08-18 79 00  
E-mail [info@armatec.se](mailto:info@armatec.se) [armatec.se](http://armatec.se)

### **Armatec AB Örebro**

Boställsvägen 7  
702 27 Örebro  
Tel 019-601 90 32 Fax 019-601 90 35  
E-mail [info@armatec.se](mailto:info@armatec.se) [armatec.se](http://armatec.se)

### **Armatec AB Sundsvall**

Strandgatan 2  
852 31 Sundsvall  
Tel 060-15 64 25, 060-15 64 26 Fax 060-15 64 27  
E-mail [info@armatec.se](mailto:info@armatec.se) [armatec.se](http://armatec.se)