

Effekt av fallerande ångfällor i processindustrin

Innehållsförteckning

Introduktion.....	sidan 1
Bakgrund.....	sidan 1
Syftet med ångfällor.....	sidan 1
Fallerande ångfällor i stängt läge.....	sidan 2
Fallerande ångfällor i öppet läge.....	sidan 4
Felfrekvens på ångfällor.....	sidan 4
Manuell inventering av ångfällor.....	sidan 5
Realtidsövervakning av status på ångfällor.....	sidan 5
Ekonomisk effekt av fallerande ångfällor.....	sidan 5
Exempel från processanläggningar.....	sidan 7
Etenkracker.....	sidan 8
Spannmålsindustri.....	sidan 9
Raffinaderi.....	sidan 9
Sammanfattning.....	sidan 10

1.1 Introduktion

Denna rapport är avsedd att ge en bakgrund till syftet med ångfällor, feltillstånd och dess följdverkan, och nuvarande metoder för felsökning. Medan vi ger en bred översikt av äldre och nya metoder att övervaka ångfällornas hälsotillstånd, så är det önskade resultatet för Emerson att vi kan samarbeta för att finna den lösning som passar ert behov bäst.

1.2 Bakgrund

1.2.1 Syftet med ångfällor

Ånga levereras från pannan med kvalitet nära 100% (mättad ånga). När så ångan distribueras i anläggningen uppstår värmeförluster och viss del av ångan kommer kondensera och samlas i låga punkter. Kondensat i ångledningar har ett flera konsekvenser, som kommer avhandlas vidare i sektioner om fallerande ångfällor i stängt läge.

Slutsatsen är att ångfällor ger ett skydd för följande:

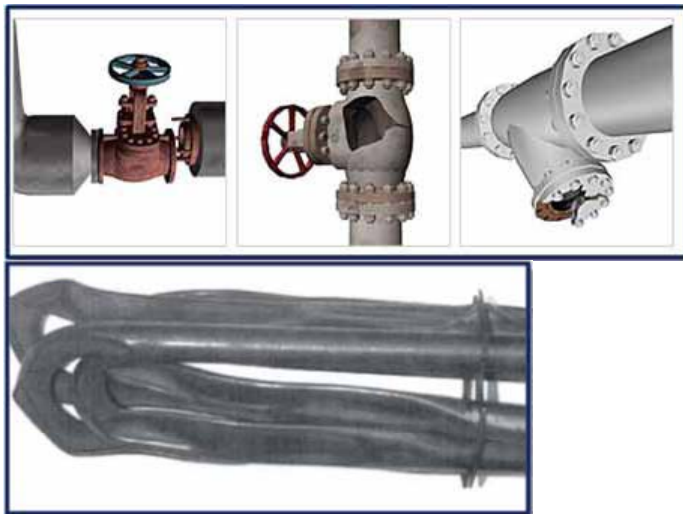
- Säkerhet för personal och utrustning
- Negativ inverkan på anläggningens produktion och kvalitet
- Ökade underhållskostnader
- Ökad bränsleförbrukning med ökade kostnader som följd
- Minskar möjlighet att uppfylla miljökrav

1.2.2 Fallerande ångfällor i stängt läge

Vattenslag

Vattenslag uppstår när ansamlingar av vatten hamnar i ångflödet och sedan accelererar till hög hastighet. Vid denna hastighetsökning, slungas vattenansamlingen iväg och ger upphov till kraftiga slag som kan orsaka stora skador i anläggningens utrustning.

Figur 1-1. Rörverk och värmeväxlare som skadats av vattenslag



Termodynamiska verkningsgraden

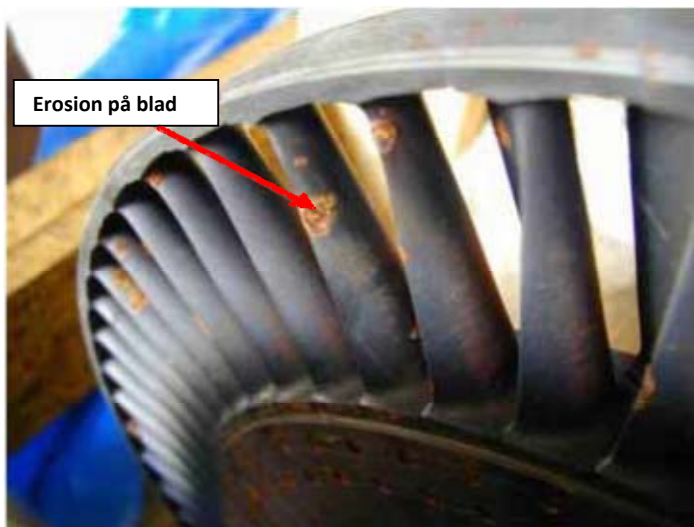
Vatten som inte avlägsnas från ångan kommer ansamlas i de låga punkterna i systemet och i anläggningens utrustning. En vanlig plats är värmeväxlare. Denna vattenansamling kommer täcka värmeväxlarens rör och orsaka försämrade värmeöverföring. Förminskad värmeöverföring kommer ge fördröjning i processen och ge oönskade effekter på både kvalitet och produktion.

I ett exempel, ett fall där en däckstillverkare inte kunde kontrollera temperaturen i deras process på grund av en fallerande ångfälla. När temperaturregleringen var utanför toleransen så fick hela produktioner omarbetas till en kostnad av miljontals kronor.

Vattnets inverkan på anläggningens utrustning

Om ångfällan inte avlägsnar vattnet från ångsystemet kommer vattendroppar att följa med i ångan. Vattendropparna i ångan kan orsaka slitage på anläggningens utrustning, vilket i sin tur ger upphov till kostsamma reparationer och utsätter personal för olycksrisk.

- Läckage i värmeväxlarrör
- Turbinblad som lossnar
- Försvagning i rörböjars ytterväggar

Figur 2. Vattnets inverkan på turbinblad

Tryckslag / rörbrott i ångledning

Kondensat vid mättnadstemperatur är benäget att "flasha", vilket betyder att det till övergår till ånga om trycket i systemet sjunker. Varje ventilöppning har potential att sänka trycket och orsaka extrema tryckstötter när kondensatet "flashar". Detta kan leda till fel på komponenter och rörledning och utsätter personal och utrustning för risker.

Figur 3. Brott på ångledning orsakade fyra dödsfall

1.2.3 Fallerande ångfällor i öppet läge

När ångfällor fastnar i öppet läge, så släpper de ut ångan konstant. Ångfällor är konstruerade med en inbyggd förstrykning för att begränsa mängden utsläppt ånga, men denna mängd kan fortfarande vara betydande.

Ökade bränslekostnader

Det andra felsymptomet på en ångfälla är fallerande i öppet läge då ångfälla släpper ut ånga konstant. Även om detta inte utgör någon direkt fara för processen eller risk för anläggningens personal, så har det mycket stor ekonomisk inverkan på verksamhetens resultat. Varje ångfälla har en inbyggd förstrykning som begränsar mängden ånga/kondensat som kommer strömma genom när den står öppen. Ändå kan ångfällor på större ledningar med högtrycksånga släppa ut upp till 300 kg/hr. Beroende på anläggnings kostnad för ånga, så kan kostnaden vara från SEK 200 000:- per år.

Ökad last på ångpannor

Allt eftersom anläggningen åldras ökar antalet läckor och verkningsgraden minskar. Man skulle kunna säga att man "eldar för kråkorna". En chef för ett raffinaderi uppskattade att 20% av deras ångpannas produktion gick förlorad, en stor del av detta genom läckande ångfällor. Om de inte haft en strategi för att förbättra tillståndet för ångfällorna skulle de tvingats göra en stor investering för att öka kapaciteten för sina pannor, alternativt utöka med ytterligare en panna. Att reducera förlusterna genom ångfällorna kan minska lasten så att man eliminerar behovet att utöka kapaciteten.

På grund av säkerhets- och processproblem som orsakas av fallerande ångfällor i stängt läge så är det vanligt att operatörer väljer att öppna bypass på fallerande stänga ångfällor. Även om detta minimerar felets effekt som det ger på säkerhet och process, så ökar det bränsleförbrukningen och minskar eventuell överkapacitet. Detta har både en ekonomiskt inverkan på bränslekostnad och påverkan på miljön speciellt om fossila bränslen används.

1.2.4 Felfrekvens på ångfällor

När man talar om felfrekvens så är det lämpligt att ta i beaktande den underliggande felfrekvensen, eller med vilken takt som ångfällorna verkligen fallerar. Äldre anläggningar kan tyckas ha högre felfrekvens på grund av att under årtal inte identifierat och/eller bytt ut fallerande ångfällor.

När man pratar med operatörer på processanläggningar så hör man ofta att de upplever att upp till 35% felfrekvens på årliga revisioner. Detta är vanligtvis en indikering på eftersatt underhåll och inte att den underliggande felfrekvensen är så hög.

"Vi vet att om vi inte underhåller våra ångfällor rutinmässigt, så skulle vi efter några år kunna ha någonstans mellan 25% till 35% i fallerande tillstånd... Detta skulle öka vår kostand för bränsle med mellan 8% till 10% per år."

Dan Dvorak, DuPont Engineering Technology

"Ångfällor med standard-kvalitet kan ha en förväntad livslängd på bara 4 år (vilket innebär 25% felfrekvens), medan ångfällor av högre kvalitet kan ha en förväntad livslängd på 8 år (vilket innebär en felfrekvens på 12,5%)"

Risko, J., Understanding Steam Traps, Chemical Engineering Progress, feb 2011

1.3 Manuell inventering av ångfällor

Många anläggningar utför inventering av ångfällor årligen, och lämnar därmed anläggningen sårbar under långa perioder, äventyrar sin säkerhet och process, samt de ekonomiska konsekvenser det får om ångfällor skulle falla. Ju större inblick en operatör har om ångfällorna, desto bättre kan man hantera underhållet för att minska effekterna av fel och förbättra systemets hälsostatus.

Den bästa metoden för inventering är att mäta flödet (vanligtvis genom att mäta akustiskt buller) och temperatur. Fälttekniker och extern personal går från ångfälla till ångfälla och utför varje mätning individuellt. I bästa fall är typ av ångfälla, storlek och driftstryck inmatat i mätinstrumentet och uppmätta data kan jämföras med normala. Vissa mätinstrument utför denna jämförelse på så kort tid som 15 sekunder.

Ett mätintervall på 15 sekunder tillåter endast högst två cykler av en ångfälla i normal drift. I många fall kommer flödesbullret att variera tillräckligt, även på en ångfälla som fallerat i öppet läge, för att mätutrustning ska uppfatta att ångfällan fungerar korrekt. Dessutom är ångfällor endast i drift när de delar de är installerade på i ångsystemet används. Under en årlig inventering kan endast de ångfällor som sitter i driftsatta delar kontrolleras. Detta kan leda till att upp till 30% av ångfällorna inte kontrolleras förrän nästa årliga inventering (vid en tidpunkt de kanske återigen inte används).

Mer vanligt förekommande är att den som utför bullermätningen av flödet också jämför och utvärderar status på ångfällan. Eftersom varje typ av ångfälla fungerar på olika sätt, kommer de ha olika karaktäristik för flöde och temperatur beroende på last, storlek, typ och andra faktorer, detta gör det svårt att vid en årlig inventering att få en sann bild av verkliga tillståndet i ångsystemet och dess problem. Dessutom kan utförandet och bedömning mellan olika tekniker skilja. Det är inte bara inventeringen som kan bli fel, den kan bli inkonsekvent och mindre noggrann.

1.4 Realtidsmätning av status på ångfällor

Det har nu gjorts framsteg i sensorteknik som möjliggör kontinuerlig övervakning av ångfällor till relativt låg kostnad. Denna nya teknik ger två stora fördelar:

- Att få veta status på dina ångfällor i realtid gör att man kan byta ut de fallerande innan de påverkar anläggningens funktion och verkningsgrad.
- Kontinuerlig övervakning är bättre på att analysera status på ångfällan man då inte förlitar sig på en 15 sekunders ögonblicksbild av ångfällans funktion.

1.5 Ekonomisk effekt av fallerande ångfällor

Det är svårt att sätta en siffra på de ekonomiska effekterna av fallerande ångfällor i stängt läge. Det finns otaliga berättelser om allt från ångledning som brustit som inneburit tiotals miljoner kronor i form av skador och oplanerat stillestånd för reparation av utrustning. En större läkemedelsindustri drabbades av allvarliga vattenslag på grund av fyra pluggade ångfällor. Skadorna resulterade i stopp sex timmar i anläggningen och 2 miljoner kronor i reparationer.

Brott i ångledning och fel i vitala delar i en anläggning kan orsaka stopp som kan pågå någonstans mellan dagar till månader. Den ekonomiska konsekvensen kan vara omfattande. Även om det är omöjligt att förutse vilka fel som kan uppstå om kondensat inte leds ut från ångsystemet, så kan nästan alla vara överens om en sak. Kostnaderna för en ångfälla i stängt läge överstiger värdet av energin som går förlorad vid genomblåsning i en fallerande ångfälla i öppet läge. Utan närmare eftertanke så verkar det mer rimligt, det är ju trots allt skälet till att ångfällorna finns där från första början. Detta understryks också av det faktum att man öppnar bypass när en ångfälla fallerar i stängt läge, samtidigt som man är medveten om kostnaden för förlorad ånga.

De ekonomiska konsekvenserna av en fallerande ångfälla i öppet läge är betydligt enklare att beräkna. Eftersom den ekonomiska effekten är så mycket mindre än den för en fallerande ångfälla i stängt läge, gör man ofta en förenklad och konservativ uppskattning av kostnaden genom att tillämpa samma kostnadsberäkning som för en fallerande öppen ångfälla, på en i stängt läge.

1.5.1 Napier's ekvation

John Napier upptäckte ekvationen för att beräkna ångflödet genom en öppning. Eftersom varje ångfälla har en inre förstrykning för att minska ångförlusten i händelse av fallerande ångfälla i öppet läge, så används ekvationen ofta just för att uppskatta förluster i en fallerande ångfälla i öppet läge.

$$W = 0,2471 \times P_{abs} \times D^2$$

$$W = \text{ångförlust kg/hr}$$

$$0,2471 = \text{konstant}$$

$$P_{abs} = \text{ångtryck i Bar (a)}$$

$$D = \text{diameter på inre förstrykning i mm}$$

Om vi tar ett exempel med en ångfälla i ett ångsystem på 17 Bar med en inre förstrykning på 4,76 mm, så kan vi beräkna ångförlusten med en fallerande ångfälla i öppet läge.

$$W = 0,2471 \times P_{abs} \times D^2$$

$$W = 0,2471 \times (17 \text{ Bar} + 1,01 \text{ Bar}) \times (4,76 \text{ mm})^2$$

$$W = 102,3 \text{ kg/timma}$$

Vi kan sedan använda kostnaden för ånga för en processenhet för att ta reda på de ekonomiska konsekvenserna för en fallerande ångfälla i öppet läge. En typisk kostnad för ånga är 150 kr per ton, så det är vad vi kommer använda i vårt exempel.

$$\text{Kostnad (kr/år)} = \text{ångförlust (ton/timma)} \times \text{kostnad för ånga (kr/ton)} \times 8760 \text{ (timmar/år)}$$

$$\text{Kostnad(kr/år)} = 102,3 \text{ kg/timma} \times 150 \text{ kr/ton} \times 8760 \text{ timmar/år}$$

$$\text{Kostnad } 134\,422 \text{ kr / år}$$

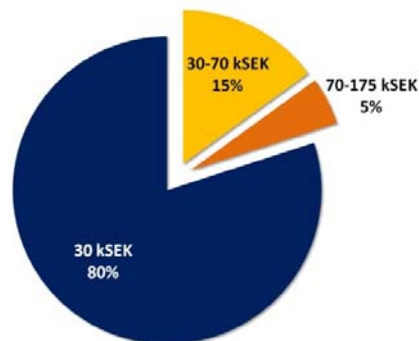
Som vi kan se, så är kostnaden för just denna ångfälla över 130 000 per år.

1.5.2 Fördelning av ångfällornas storlek

Ovan exempel är användbart av ett par orsaker. För det första visar det hur effekten på enskilda ångpannor kan konstateras och beräknas. Detta är värdefull information när man ska fatta beslut om allokering av resurser för underhåll. För det andra, det visar den ekonomiska konsekvensen av en fallerande ångfälla...med är detta det typiska fallet? Både ja och nej.

Det är logiskt att alla ångfällor inte är lika. Som man kan se med Napier's ekvation, så är flödet genom en förstrykning beroende både på ångans tryck och storleken på ångfällan. Även om varje anläggning är individuellt utformad, kan vi generalisera antal och storlek på dess ångfällor. För enkelhetens skull kan vi fördela i ekonomiskt effekt av fallerande ångfällor.

Figur 4. Ångfällor fördelade per kostnad



Figuren ovan visar att majoriteten av ångfällorna i en anläggningar inte är i närheten av de ekonomiska konsekvenser som beskrivits i exemplet. Det finns dock en betydande antal ångfällor som har en stor ekonomisk effekt. Vi hänvisar till dessa som ångfällor med "högt värde". Detta en bara en aspekt som man bör beakta när man identifierar sina ångfällor som anses ha "högt värde".

1.5.3 Ångfällor med "högt värde"

Det finns flera parametrar att överväga när man identifierar ångfällor med "högt värde". Det är viktigt att påminnas om att energiförlust via ångfällor är en av de mindre effekterna som en dåligt optimerad condensatavledning har. Man bör räkna in ångfällor med "högt värde" som:

- Skyddar viktig utrustning i anläggningen
- Skulle ha stor inverkan på anläggningens funktion i händelse av fel
- Sitter placerad på stora rördimensioner med högtrycksånga
- Har känd hög felfrekvens

1.6 Exempel på processanläggningar

Följande är några specifika exempel på verkliga problem som orsakats av dess ångfällor och en analys av orsaken. I varje exempel så identifierar vi de ångfällor som har högt värde och ger rekommendationer om fördelarna som realtidsövervakning skulle ge för dess drift.

1.6.1 Etenkracker

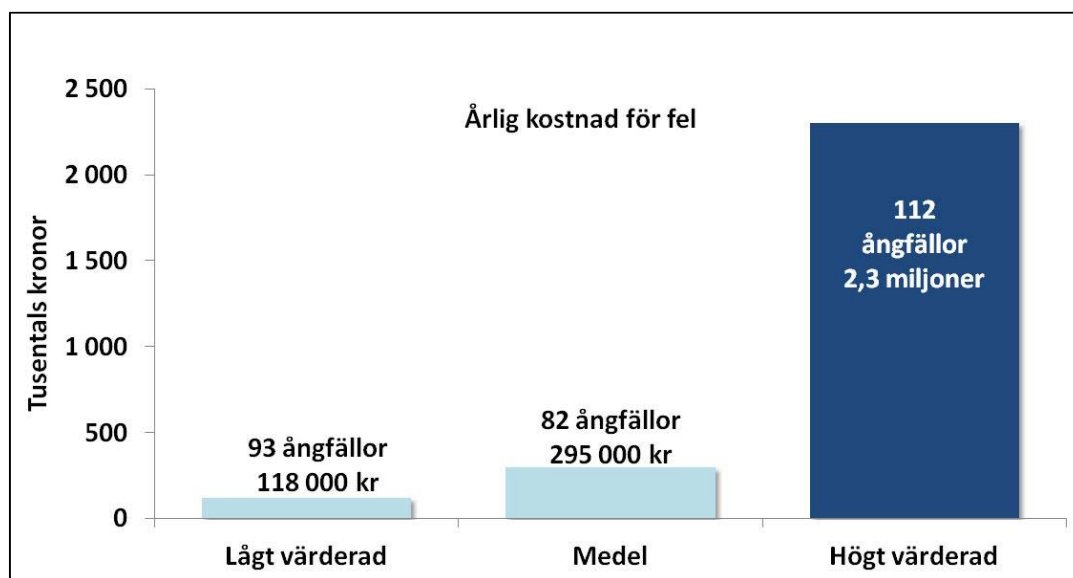
En etenkracker är en storförbrukare av ånga. Allt de kan göra för att få ner kostnad för bränsle har betydelse för den totala ekonomin. Vi utförde en analys på en kunds ångfällesystem för att identifiera fällor med högt värde och deras ekonomiska inverkan, och hur underhåll med hjälp av realtidsövervakning skulle påverka detta.

Den metod som användes var att ha en tredjepart att utföra en manuell inventering varje halvår. Alla ångfällor analyserades inte, bara de som ansågs ha högst värde. Det resulterade i att de såg en felfrekvens på 18,6% per år.

Med tanke på deras felfrekvens och storleken på ångfällorna i deras anläggning kan vi beräkna den ekonomiska följden av dessa fel till 2,7 miljoner kronor. Om man ser vidare på ångfällor som kan kategoriseras med "högt värde", så kunde vi se att 112 ångfällor (39% av de kontrollerade) svarade för 2,3 miljoner kronor (eller 84,5% av förlusterna). Implementering av realtidsövervakning enbart på de 112 högst värderade ångfällorna skulle direkt kunna ge besparingar och investeringen betala sig själv på bara några månader.

Ångfällor i drift	247
Fallerande ångfällor i stängt läge	12
Fallerande ångfällor i öppet läge	11
Fallerande ångfällor totalt	23
Fallerande per halvår 9,3%	9,3%
Felfrekvens per år	18,6%

Figur 5. Ångfällor per kostnad för fel

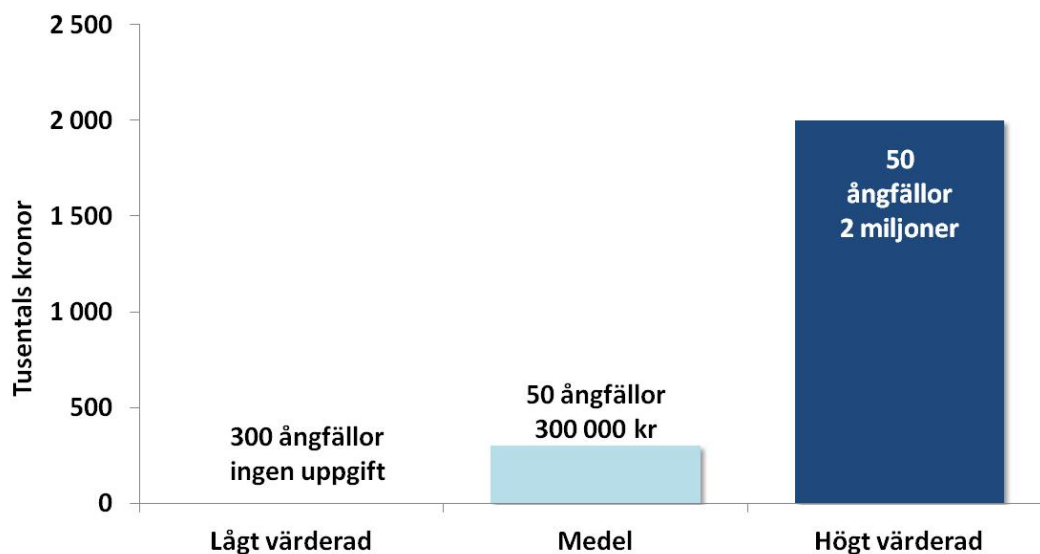


1.6.2 Spannmålsindustri

Ångfällor används i en mängd olika industrier. Alla processer som använder ånga har ångfällor. Ett annat fall där vi utfört en analys av systemet med ångfällor gav liknande resultat. Vi såg över informationen de gav oss om deras 100 mest betydelsefulla ångfällor (i en anläggning med över 400 ångfällor) De hade två storlekar på ångfällor i deras 10 Bars ångsystem. När man tittar på kostnaden för fel, blir det uppenbart vilken den bästa platsen är att börja med implementering av kontinuerlig övervakning.

	10 Bar	
Storlek	15 mm	5 mm
Antal ångfällor	50	50
Kostnad för fel	260 000 kr	42 000 kr

Baserat på felfrekvensen av 15% per år de uppgav, så kunde vi se den ekonomiska följderna av fel på ångfällor med högre värde kontra de övriga installerade. I detta fall, så stod 12,5% av deras ångfällor för 38% av ångförlusterna på anläggningen. Detta innebär en årlig besparing på 2 miljoner kronor.



1.6.3 Raffinaderi

Ett stort raffinaderi som nyligen installerade övervakning på 50 ångfällor var skeptiska till att fast installerad realtidsövervakning skulle ge bättre resultat än än deras nuvarande manuella metod med årliga inventeringar. De bedömde att det mauella systemet att ha en tillförlitlighet på 95% - 97%. Initialt installerade de realtidsövervakning på 24 ångfällor, dessa hade nyligen kontrollerats och befunnits i fungera korrekt. Av dessa 24 ångfällor så indikerades 16 direkt för feltillstånd. För att verifiera resultatet, så ombads den kontrakterade tredjeparten att komma tillbaks för att se över om ångfällorna verkligen fallerat. De berättade att alla de 16 ångfällorna var i feltillstånd. Den ekonomiska konsekvensen av dessa fallerande ångfällor var 3,4 miljoner kronor per år, såvida man inte att ersatte dem.

Trap Tag #	Trap Status	Stem Temp	Trap Type	Critical	State Change Timestamp	Monitor Tag
ST1-02		144.2 °C	Float	<input checked="" type="checkbox"/>	1/4/2013 1:39:22 PM	ST1-02
ST1-03		129.7 °C	Float	<input checked="" type="checkbox"/>	1/4/2013 1:38:14 PM	ST1-03
ST2-02		159.3 °C	Thermostatic	<input checked="" type="checkbox"/>	1/4/2013 1:41:59 PM	ST2-02
ST2-03		33.3 °C	Thermostatic	<input checked="" type="checkbox"/>	1/4/2013 1:32:59 PM	ST2-03
ST5-01		118.7 °C	Float	<input checked="" type="checkbox"/>	1/4/2013 1:28:15 PM	ST5-01
ST5-03		129.8 °C	Thermostatic	<input checked="" type="checkbox"/>	1/4/2013 1:27:42 PM	ST5-03
ST5-04		149.1 °C	Float	<input checked="" type="checkbox"/>	1/4/2013 1:28:33 PM	ST5-04
ST6-02		126.4 °C	Float	<input checked="" type="checkbox"/>	1/4/2013 1:28:31 PM	ST6-02
ST6-03		146.3 °C	Float	<input checked="" type="checkbox"/>	1/4/2013 1:28:21 PM	ST6-03
ST8-01		216.1 °C	Float	<input checked="" type="checkbox"/>	1/4/2013 1:37:05 PM	ST8-01
ST8-02		137.8 °C	Float	<input checked="" type="checkbox"/>	1/4/2013 1:37:02 PM	ST8-02
ST8-03		229.6 °C	Float	<input checked="" type="checkbox"/>	1/4/2013 1:36:49 PM	ST8-03
ST9-01		121 °C	Float	<input checked="" type="checkbox"/>	1/4/2013 1:37:10 PM	ST9-01
ST9-02		132.3 °C	Float	<input checked="" type="checkbox"/>	1/4/2013 1:37:33 PM	ST9-02
ST9-03		216.4 °C	Float	<input checked="" type="checkbox"/>	1/4/2013 1:37:17 PM	ST9-03
ST9-04		221.5 °C	Float	<input checked="" type="checkbox"/>	1/4/2013 1:37:35 PM	ST9-04

1.7 Slutsats

Ångsystem är konstruerade med ångfällor för att leda ut kondensat för skydd av utrustning och för effektiv drift av anläggningens processer. När de fallerar så får det betydande konsekvenser. Den traditionella metoden för att kontrollera ångfällor är att anlita en tredjepart som gör manuella inventeringar. Dessa kontroller utförs genom att mäta nivåer på ultraljud och temperaturen på ångfällan för att därefter kunna bestämma dess tillstånd. Denna metod har nackdelar i och med att endast ser en kort ögonblicksbild av ångfällans drift, och kan därför inte alltid ge en bra indikering av dess tillstånd. Dessutom, årliga inventeringar lämnar driften i okunskap om ångfällornas tillstånd under långa perioder.

Med införandet av trådlös sensorteknik, så är kontinuerligt tillståndsovervakning av ångfällor med högre värde en kostnadseffektiv lösning. Vid implementeringen av kontinuerlig övervakning är det viktigt att veta var det ger den största effekten i processen. De faktorer som avgör detta inkluderar både storlek och felfrekvens på ångfällorna, men även placering i anläggningen och vilka betydelsefulla utrustningar de skyddar.

*Rosemount and the Rosemount logotype are registered trademarks of Rosemount Inc.
PlantWeb is a registered trademark of one of the Emerson Process Management group of companies.
All other marks are the property of their respective owners.
© 2013 Rosemount Inc. All rights reserved.*

**Rosemount Temperature
GmbH**

Frankenstrasse 21
63791 Karlstein
Germany
T 49 6188 992 0
F 49 6188 992 112

**Emerson Process Management
Asia Pacific
Private Limited**

1 Pandan Crescent
Singapore 128461
T 65 6777 8211
F 65 6777 0947
Enquiries@AP.EmersonProcess.com

**Emerson Process
Management
Rosemount Division**

8200 Market Boulevard
Chanhassen, MN 55317 USA
T (U.S.) 1 800 999 9307
T (International) 952 906 8888
F 952 906 8889
www.rosemount.com

**Emerson Process
Management**

No. 6 North Street
Hepingli, Dong Cheng District
Beijing 110013, China
T 86 10 6428 2233
F 86 10 6422 8586
00840-0200-4708 Rev AA

**Emerson Process
Management
Latin America**

1300 Concord Terrace, Suite
400
Sunrise Florida 33323 USA
Tel + 1 954 846 5030

Emerson Process Management AB

Box 1053
651 15 Karlstad
Sverige
T +46(0)54172700
F +46(0)54212804
www.emersonprocess.se