Teknisk rapport
00840-0200-4708-DK, Rev A
Maj 2013

Effekten af svigtende vandudladere i procesindustrien

Indholdsfortegnelse

Introduktion..... side 1
Baggrund..... side 1
Meningen med vandudladere..... side 1
Svigtende vandudladere i lukket leje..... side 2
Svigtende vandudladere i åbent leje..... side 4
Fejlfrekvens på vandudladere..... side 4
Manuel revision af vandudladere..... side 5
Realtidsovervågning af status på vandudladere..... side 5
Økonomisk effekt af svigtende vandudladere..... side 5
Eksempel fra procesanlæg..... side 7
Ethen kracker..... side 8
Korn industri..... side 9
Raffinaderi..... side 9
Sammenfatning..... side 10

1.1 Introduktion

Formålet med denne rapport er at beskrive baggrunden for anvendelsen af vandudladere, fejltilstande og deres følgevirkninger, og nuværende metoder til fejlsøgning. Medens vi giver en bred oversigt af ældre og nye metoder til at overvåge vandudladeres helsetilstand, så er det ønskede resultat for Emerson, at vi kan samarbejde for at finde den løsning som passer jeres behov bedst.

1.2 Bakgrund

1.2.1 Formålet med vandudladere

Damp leveres fra kedlen med en kvalitet tæt på 100% (mættet damp). Når dampen så distribueres i anlægget opstår varmetab og en del af dampen kondenserer og samles i lave punkter. Kondensat i dampledninger får flere konsekvenser, som vi vil beskrive yderligere i sektionen om svigtende vandudladere i lukket leje.

Konklusionen er at vandudladere udgør en beskyttelse mod følgende:

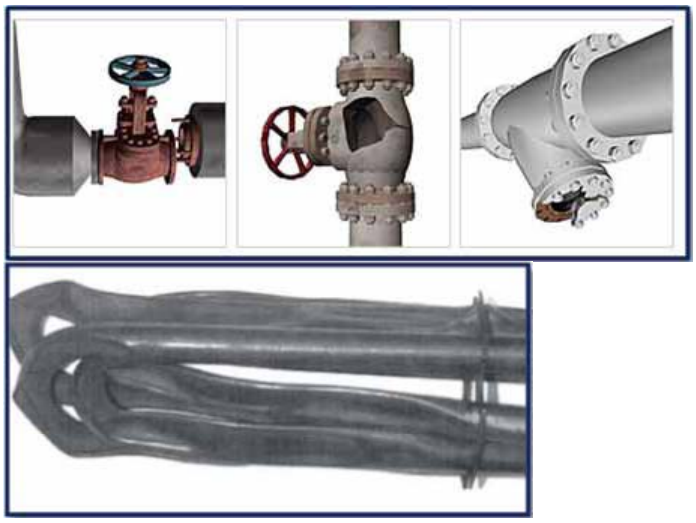
- Sikkerhed for personale og udstyr
- Negativ indflydelse på anlæggets produktion og kvalitet
- Øget udgift til vedligeholdelse
- Øget brændstofforbrug med øgede omkostninger som følge
- Mindsker muligheden til at opfylde miljøkrav

1.2.2 Svigtende vandudladere i lukket leje

Vandslag

Vandslag opstår når vandsamlinger havner i damp flowet og derefter accelererer til en høj hastighed. Ved denne hastighedsstigning, slynges vandsamlingerne af sted og giver anledning til kraftige slag, som kan forårsage store skader i anlæggets udstyr.

Figur 1-1. Rørinstallationer og varmevekslerørs skader forårsaget af vandslag



Termodynamisk virkningsgrad

Vand, som ikke fjernes fra dampen, vil samle sig i lave punkter i systemet og i anlæggets udstyr. En almindelig plads er i varmevekslere. Her vil vandsamlingen dække varmevekslerens rør og medføre forringet varmeoverføring. Reduceret varmeoverføring vil give forsinkelser i processen og få uønskede effekter på både kvalitet og produktion.

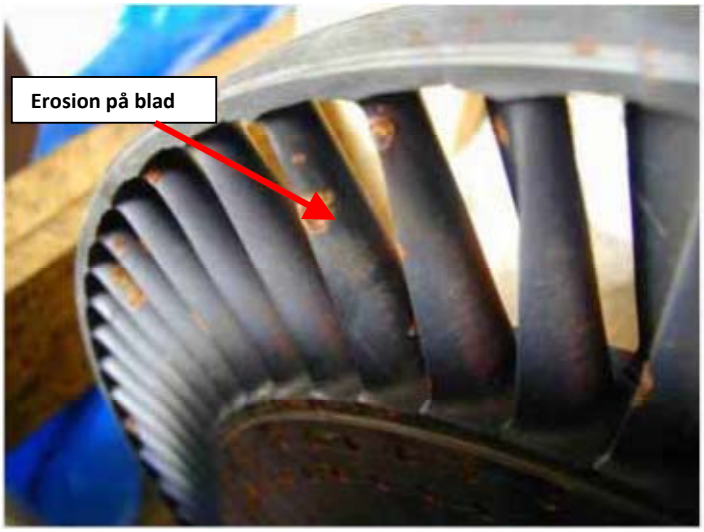
I et eksempel er hvor en dækfabrikant ikke kunne kontrollere temperaturen i sin proces på grund af en svigtende vandudlader. Da proces temperaturen var uden for tolerancen så måtte hele produktionen omarbejdes til en omkostning af millioner af dollars som følge.

Vands påvirkning af anlæggets udstyr

Om vandudladeren ikke fjerner vandet i dampsystemet følger der vanddråber med i dampen. Vanddråberne i dampen kan forårsage slitage på anlæggets udstyr, hvilket igen kan give anledning til dyre reparationer og udsætte personalet for større risiko .

- Lækage i varmevekslerrør
- Turbineblade som løsner sig
- Svækkelse af ydervæggen i rørbøjninger

Figur 2. Vandets påvirkning af turbineblade



Trykslag / rørbrud i dampledning

Kondensat ved mætningstemperatur er tilbøjelig til at ”flasha”, hvilket betyder, at det vil overgå til damp, hvis trykket i systemet synker. Alle ventilåbninger har potentiale til at sænke trykket og forårsage ekstreme trykstød, når kondensatet ”flashar”. Dette kan lede til fejl på komponenter og rørledninger og udsætte personale og udstyr for risiko.

Figur 3. Brud på dampledning forårsagede fire dødsfald

1.2.3 Svigtende vandudladere i åbent leje

Når vandudladere sætter sig fast i åbent leje, så slipper de ud damp konstant. Vandudladere er konstrueret med en indbygget forsnævring for at begrænse mængden af damp de slipper ud, men denne mængde kan stadigvæk være betydningsfuld.

Øget udgifter til brændstof

Det andet fejlsymptom på en vandudlader er svigtet i åbent leje, hvor vandudladeren slipper ud damp konstant. Selvom dette ikke udgør en direkte trussel for processen eller sikkerheden for anlæggets personale, så har det meget stor økonomisk indflydelse på virksomhedens resultat. Hver vandudlader har en indbygget forsnævring, som begrænser mængden damp/kondensat, som strømmer gennem den, når den står åben. Alligevel kan vandudladere på større ledninger med højtryksdamp slippe ud op til 300 kg/hr. Afhængig af anlæggets udgifter til damp, så kan omkostningerne blive fra DKK 150.000:- pr. år.

Øget belastning af dampkedler

Alt eftersom anlægget bliver ældre så øger antallet lækager og virkningsgraden mindsker. Man skulle kunne sige, at man ”fyrer for gråspurvene”. En chef for et raffinaderi anslog at 20% af deres dampkedels produktion gik tabt, en stor del af dette ved lækkende vandudladere. Om de ikke havde haft en strategi for at forbedre tilstanden på vandudladere, ville de være tvunget til at gennemføre en stor investering for at øge kapaciteten på sine kedler, alternativt udvide med yderligere en kedel. At reducere tabene med vandudladere kan reducere belastningen, så at man eliminerer behovet for at øge kapaciteten.

På grund af sikkerheds- og proces problemer, som forårsagedes af svigtende vandudladere i lukket leje, så er det almindeligt at operatørerne vælger at åbne bypass på svigtende lukkede vandudladere. Selvom dette minimerer effekten af fejlen, som de udgør på sikkerheden og på processen, så øger det brændstofforbruget og mindsker eventuel overkapacitet. Dette har både en økonomiskt indflydelse på brændstofudgifterne og påvirkning på miljøet, speciellt om man anvender fossile brændstoffer.

1.2.4 Fejlfrekvens på vandudladere

Når man taler om fejlfrekvens, så er det rimeligt at tage den grundlæggende fejlfrekvens i betragtning, eller den hastighed vandudladere i virkeligheden svigter med. Ældre anlæg kan føles som at have en højere fejlfrekvens på grund af, at der i årevis ikke er identificeret og/eller udskiftet svigtende vandudladere.

Når man taler med operatører på procesanlæg, så hører man ofte, at de oplever en fejlfrekvens på op til 35% ved årlige revisioner. Dette er i virkeligheden en indikering på efterslæb i vedligeholdelsen og ikke at den grundlæggende fejlfrekvens er så høj.

> *” Vi ved, at om vi ikke vedligeholder vores vandudladere rutinemæssigt, så skulle vi efter nogle år kunne have et eller andet sted mellem 25% og 35% i svigtende tilstand... Dette skulle øge vores udgifter til brændstof med mellem 8% og 10% pr. år.”*
>
> *Dan Dvorak, DuPont Engeneering Technology*
>
> *” Vandudladere med standard-kvalitet kan have en forventet livslængde på kun 4 år (hvilket indebærer en 25% fejlfrekvens), mens vandudladere af højere kvalitet kan have en forventet livslængde på 8 år (hvilket indebærer en fejlfrekvens på 12,5%)”*
>
> *Risko, J.,Understanding Steam Traps, Chemical Engineering Progress, feb 2011*

1.3 Manuel revision af vandudladere

Mange anlæg udfører revision af vandudladere årligt, og efterlader dermed anlægget sårbart under lange perioder, eventyrer sin sikkerhed og proces, samt de økonomiske konsekvenser det får om vandudladere skulle svigte. Jo større indblik en operatør har i vandudladere, desto bedre kan man håndtere vedligeholdelse til at mindske effekterne af fejl og forbedre systemets helsestatus.

Den bedste metode for revision er at måle flow (almindeligvis ved at måle akustiskt bulder) og temperatur. Feltteknikker og ekstern personale går fra vandudlader til vandudlader og udfører hver måling individuelt. I bedste tilfælde er typen af vandudlader, størrelse og driftstryk indtastet i måleinstrumentet og de målte data kan sammenlignes med de normale. Visse måleinstrumenter udfører denne sammenligning på så kort tid som 15 sekunder.

Et måleinterval på 15 sekunder tillader kun højst to cyklusser af en vandudlader i normal drift. I mange tilfælde kommer flow bulderet at variere tilstrækkeligt, selv på en vandudlader som svigtede i åbent leje, for at måleudstyret skal opfatte at vandudladeren fungerer korrekt. Desuden er vandudladere kun i drift, når de dele af dampsystemet de er installeret i, anvendes. Under en årlig revision kan kun de vandudladere, som sidder i idriftværende dele, kontrolleres. Dette kan lede til at op til 30% af vandudladere ikke kontrolleres før næste årlige revision (ved et tidpunkt de måske atter igen ikke anvendes).

Mere normalt forekommende er at den som udfører bulder målingen af flow også sammenligner og vurderer status på vandudladere. Eftersom hver type af vandudlader fungerer på forskellige måder, så vil de have forskellig karakteristik for flow og temperatur beroende på belastning, størrelse, type og andre faktorer, dette indebær at det bliver svært ved en årlig revision at få et sandt billed af den virkelige tilstand af damp systemet og dets problemer. Desuden kan udførsel og bedømning være forskellig mellem de forskellige teknikere. Det er således ikke kun revisionen som kan blive fejlagtig, den kan blive inkonsekvent og mindre grundig.

1.4 Realtids måling af status på vandudladere

Der er nu gjort fremskridt i sensorteknik som gør det muligt kontinuerligt at overvåge vandudladere til relativt lave udgifter. Denne nye teknik har to store fordele:

- At få status på sine vandudladere i realtid indebær at man kan skifte de svigtende ud inden de påvirker anlæggets funktion og virkningsgrad.
- Kontinuerlig overvågning er bedre til at analysere status på vandudladere da den ikke afhænger af et 15 sekunders øjebliksbilled af vandudladerens funktion.

1.5 Økonomisk effekt af svigtende vandudladere

Det er svært at sætte tal på de økonomiske effekter af svigtende vandudladere i lukket leje. Der findes utallige fortællinger om alt fra sprængte dampledninger, som har betydet titals millioner kroner i form af skader og uplanlagte produktionsstop til reparation af udstyr. En større lægemiddels industri blev ramt af alvorlige vandslag på grund af fire tilstoppede vandudladere. Skaderne resulterede i et anlægsstop på seks timer og 2 millioner kroner i reparationer.

Brud i dampledninger og fejl i vitale dele i et anlæg kan forårsage stop, som kan vare i alt fra mellem dage til måneder. Den økonomiske konsekvens kan blive omfattende. Selvom det er umuligt at forudse hvilke fejl som kan opstå, hvis kondensat ikke ledes ud fra dampsystemet, så kan næsten alle være enige om en ting. Udgifterne til en svigtende vandudlader i lukket leje overstiger værdien af energien som går tabt ved udblæsningen i en svigtende vandudlader åbent leje. Uden nærmere eftertanke så virker det mere rimeligt, det er jo trods alt årsagen til at vandudladere findes der fra begyndelsen af. Dette understreges også af det faktum, at man åbner bypass, når en vandudlader svigter i lukket leje, samtidigt som man er medvidende om udgifterne til damp, der går til spilde.

De økonomiske konsekvenser af en svigtende vandudlader i åbent leje er betydeligt lettere at beregne. Da den økonomiske effekt er så meget mindre end den er for en svigtende vandudlader i lukket leje, så laver man ofte en forenklet og konservativ vurdering af omkostningerne ved at anvende samme omkostningsberegning for en svigtende lukket vandudlader, som for en svigtende åben vandudlader.

1.5.1 Napiers ligning

John Napier opdagede ligningen for at beregne dampmængden gennem en åbning. Da alle vandudladere har en indre forsnævring til at minimere damp tabet i tilfælde af svigtende vandudlader i åbent leje, så anvendes ligningen ofte netop for at vurdere tabt i en svigtende vandudlader i åbent leje.

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

W = damptab kg/h

0,2471 = konstant

P_{abs} = damptryk i Bar (a)

D = diameter på indre forsnævring i mm

Om vi tager et eksempel med en vandudlader i et dampsystem på 17 Bar med en indre forsnævring på 4,76 mm, så kan vi beregne damp tabet med en svigtende vandudlader i åbent leje.

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

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

W = 102,3 kg/h

Vi kan herefter anvende omkostningerne for damp for en procesenhed for at finde de økonomiske konsekvenser af en svigtende vandudlader i åbent leje. En typisk udgift for damp er 150 kr per ton, så det er hvad vi vil anvende i vores eksempel.

Udgift (kr/år) = damptab (ton/time) x udgift for damp (kr/ton) x 8760 (timer/år)

Udgift(kr/år)= 102,3 kg/time x 150 kr/ton x 8760 timer/år

Udgift = 134.422 kr/år

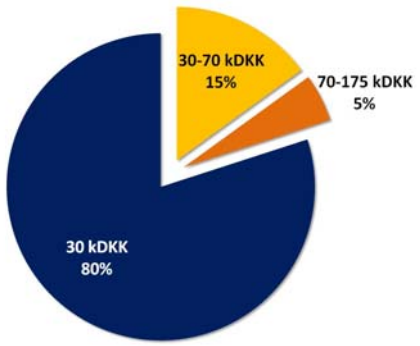
Som vi kan se, så er udgiften for netop denne vandudlader over 130.000 pr. år.

1.5.2 Fordeling af vandudladeres størrelse

Tidligere eksempel er anvendeligt af et par grunde. For det første viser det hvordan effekten på forskellige dampkedler kan konstateres og beregnes. Dette er værdifuld information når man skal træffe beslutning om allokering af resurser for vedligeholdelse. For det andet, så viser det den økonomiske konsekvens af en svigtende vandudlader...men er det det typiske tilfælde? Både ja og nej.

Det er logisk at alle vandudladere ikke er ens. Som man kan se med Napiers ligning, så er mængden gennem en forsnævring afhængig af både dampens tryk og størrelsen på vandudladeren. Selvom om hvert anlæg er individuelt udformet, så kan vi generalisere antal og størrelse på anlæggets vandudladere. For enkelhedens skyld kan vi så lave en fordeling i den økonomiske effekt af svigtende vandudladere.

Figur 4. Vandudladere fordelt efter udgift



Figuren ovenfor viser at majoriteten af vandudladere i et anlæg ikke er i nærheden af de økonomiske konsekvenser som beskrevet i eksemplet. Det findes dog et betydende antal vandudladere som har en stor økonomisk effekt. Vi henviser til disse som vandudladere med ”høj værdi”. Dette er bare et aspekt som bør overvejes, når man identificerer dem af sine vandudladere som anses for at have ”høj værdi”.

1.5.3 Vandudladere med ”høj værdi”

Der findes flere parametrer man skal overveje, når man identificerer vandudladere med ”høj værdi”. Det er vigtigt at huske på at energitab via vandudladere er en af de mindre effekter som en dårlig optimeret kondensat udledning har. Man bør regne med vandudladere med ”høj værdi” som:

- Beskytter vigtigt udstyr i anlægget
- Skulle have stor indflydelse på anlæggets funktion i tilfælde af fejl
- Sidder placeret på store rørdimensioner med højtryksdamp
- Har kendt høj fejlfrekvens

1.6 Eksempel på procesanlæg

Følgende er nogle specifikke eksempler på virkelige problemer som forårsagedes af vandudladere og en analyse af årsagen. I hvert eksempel så identificerer vi de vandudladere som har høj værdi og giver rekommandation om fordelene som realtidsovervågning skulle give for driften af disse.

1.6.1 Ethen kracker

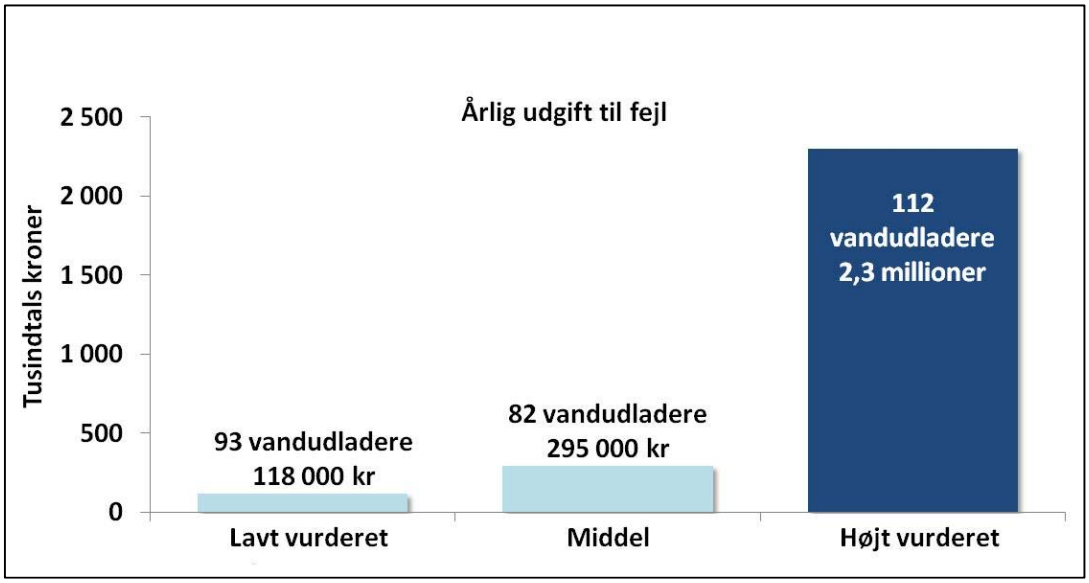
En ethen kracker er en storforbrugere af damp. Alt hvad der kan gøres for at reducere udgifterne til brændstof har betydelse for den totale økonomi. Vi udførte en analyse på en kundens vandudlader system for at identificere udladere med høj værdi og deres økonomiske indflydelse, samt hvordan vedligeholdelse med hjælp af realtidsovervågning skulle påvirke dette.

Den metode som blev anvendt var at lade en tredjepart udføre en manuel inventering hvert halvår. Alla vandudladere blev ikke analyseret, kun de som man ansåg havde høj værdi. Det resulterede i at de så en fejlfrekvens på 18,6% pr. år.

Med tanke på deres fejlfrekvens og størrelsen på vandudladere i anlægget kan vi beregne den økonomiske følge af disse fejl til 2,7 millioner kroner. Om man ser yderligere på vandudladere som kan kategoriseres med "høj værdi", så kunne vi se at 112 vandudladere (39% af de kontrollerede) svarade for 2,3 millioner kroner (eller 84,5% af tabene). Implementering af realtidsovervågning udelukkende på de 112 højest vurderede vandudladere skulle direkte kunne give besparelser og investeringen betale sig selv på bare nogle måneder.

Vandudladere i drift	**247**
Svigtende vandudladere i lukket leje	12
Svigtende vandudladere i åbent leje	11
Svigtende vandudladere totalt	23
Svigtende vandudladere totalt	9,3%
Fejlfrekvens pr. år	18,6%

Figur 5. Vandudla derer per udgifter for fejl

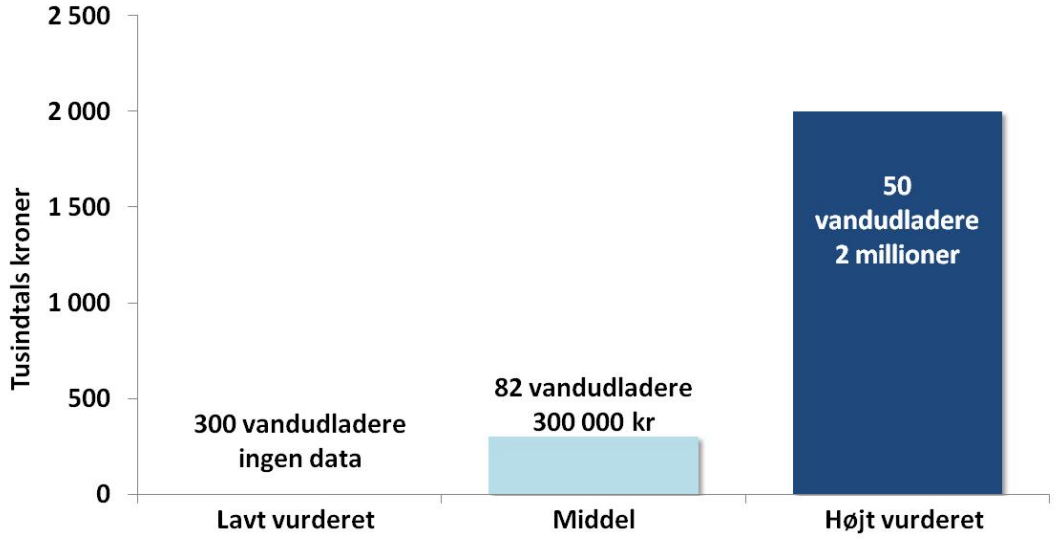


1.6.2 Korn industri

Vandudladere anvendes i mange forskellige industrier. Alle processer, som anvender damp, har vandudladere. Et andet tilfælde, hvor vi udførte en analyse af systemet med vandudladere gav lignende resultat. Vi gennemgik den information de gav os om deres 100 mest betydningsfulde vandudladere (i et anlæg med hver 400 vandudladere). De havde to størrelser på vandudladere i deres 10 bars dampsystem. Når man ser på udgiften til fejl, bliver det tydeligt, at det bedste sted at begynde med, er implementering af kontinuerlig overvågning.

	10 Bar	
Størrelse	15 mm	5 mm
Antal vandudladere	50	50
Udgifter til fejl	260 000 kr	42 000 kr

Baseret på en fejlfrekvens på 15% per år, som de opgav, så kunde vi se den økonomiske følge af fejl på vandudladere med høj værdi kontra de øvrige installerede. I dette tilfælde, så stod 12,5% af deres vandudladere for 38% af damp tabene i anlægget. Dette indebar en årlig besparelse på 2 millioner kroner.



1.6.3 Raffinaderi

Et stort raffinaderi som nylig installerede overvågning på 50 vandudladere var skeptiske til at fast installeret realtidsovervågning skulle give et bedre resultat end deres nuværende manuelle metode med årlige revisioner. De anså at det manuelle systemet have en pålidelighed på 95% - 97%. Til at begynde med installerede de realtidsovervågning på 24 vandudladere, disse var nylig kontrolleret og bedømt til at fungere korrekt. Af disse 24 vandudladere så indikeress 16 direkte for fejltilstand. For at verificere resultatet, så bad man den kontrakt havende tredjepart at komme tilbage for at se om vandudladere virkeligt havde svigtet. De bekræftede, at samtlige af de 16 vandudladere var i fejltilstand. Den økonomiske konsekvens af disse svigtende vandudladere var 3,4 millioner kronor pr. år, så vidt at man ikke har erstattet dem.

Trap Tag #	Trap Status	Stem Temp	Trap Type	Critical	State Change Timestamp	Monitor Tag
ST1-02		144.2 °C	Float	☑	1/4/2013 1:39:22 PM	ST1-02
ST1-03		129.7 °C	Float	☑	1/4/2013 1:38:14 PM	ST1-03
ST2-02		159.3 °C	Thermostatic	☑	1/4/2013 1:41:59 PM	ST2-02
ST2-03		33.3 °C	Thermostatic	☑	1/4/2013 1:32:59 PM	ST2-03
ST5-01		118.7 °C	Float	☑	1/4/2013 1:28:15 PM	ST5-01
ST5-03		125.8 °C	Thermostatic	☑	1/4/2013 1:27:42 PM	ST5-03
ST5-04		149.1 °C	Float	☑	1/4/2013 1:28:33 PM	ST5-04
ST6-02		126.4 °C	Float	☑	1/4/2013 1:28:31 PM	ST6-02
ST6-03		146.3 °C	Float	☑	1/4/2013 1:28:21 PM	ST6-03
ST8-01		216.1 °C	Float	☑	1/4/2013 1:37:05 PM	ST8-01
ST8-02		137.8 °C	Float	☑	1/4/2013 1:37:02 PM	ST8-02
ST8-03		229.6 °C	Float	☑	1/4/2013 1:36:49 PM	ST8-03
ST9-01		121 °C	Float	☑	1/4/2013 1:37:10 PM	ST9-01
ST9-02		132.3 °C	Float	☑	1/4/2013 1:37:33 PM	ST9-02
ST9-03		216.4 °C	Float	☑	1/4/2013 1:37:17 PM	ST9-03
ST9-04		221.5 °C	Float	☑	1/4/2013 1:37:35 PM	ST9-04

1.7 Sammenfatning

Dampsystemer er konstruerede med vandudladere til at lede ud kondensat for beskyttelse af udstyr og for effektiv drift af anlæggets processer. Når de svigter så får det betydende konsekvenser. Den traditionelle metode til at kontrollere vandudladere er at hyre en tredjepart som udfører manuelle revisioner. Disse kontroller udføres ved at måleniveauer på ultralyd og temperaturen på vandudladere for derefter at kunne bestemme deres tilstand. Denne metode har en svaghed i og med at den kun ser et kort øjebliksbillede af vandudladerens drift, og den kan derfor ikke altid give en god indikering af dens tilstand. Desuden, årlige revisioner efterlader driften i uvidenhed om vandudladeres tilstand i lange perioder.

Med indførelsen af wireless sensor teknik, så er kontinuerlig tilstandsovervågning af vandudladere med høj værdi en omkostningseffektiv løsning. Ved implementeringen af kontinuerlig overvågning er det vigtigt at vide, hvad det giver den største effekt i processen. De faktorer som afgør dette inkluderer ikke alene størrelse og fejlfrekvens på vandudladere, men tillige også placeringen i anlægget og hvilke betydningsfuldt udstyr de beskytter.

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 Managment
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 A/S
Generatorvej 8A, 2 sal
2730 Herlev
Denmark
T +45 7025 3051
F +45 7025 3052
www.emersonprocess.dk