

ISSN 0280-5316
ISRN LUTFD2/TFRT--5855--SE

Larmhantering i processindustrin

Björn Stenquist

Department of Automatic Control
Lund University
May 2010

Lund University Department of Automatic Control Box 118 SE-221 00 Lund Sweden		<i>Document name</i> MASTER THESIS	
		<i>Date of issue</i> May 2010	
		<i>Document Number</i> ISRN LUTFD2/TFRT--5855--SE	
<i>Author(s)</i> Björn Stenquist		<i>Supervisor</i> Magnus Andersson Södra Cell Mörrum Tore Hägglund Automatic Control, Lund (Examinator)	
		<i>Sponsoring organization</i>	
<i>Title and subtitle</i> Larmhantering i processindustrin (Alarm management in process control industry)			
<i>Abstract</i> <p>The objective of this thesis is to reduce the alarms in the control rooms of the processing industry and to investigate a strategy for working with the alarms. The problem with the alarms in the automation system is a result of the highly automated production and failure to design the alarms for the operator. The situation analysis showed problems with badly tuned alarms and cascade of alarms. The badly tuned alarms result in alarms triggers without any danger for the process or personal, it also results in silent alarms never signaling although the risk for failure is high. The cascades of alarms occur when one fault triggers many alarms due to the correlation of process parameters. From the situation analysis was concluded that a structured work with alarms and forming groups addressing the problems would be the best way to reduce troubles with alarms. To structure the work with alarms a document with guidelines were created. This document includes the personnel of the alarm group and their tasks. It also describes the definition of an alarm which is a signal sent to the operator showing that the process doesn't behave as it should and the system therefore call for the operators' attention to act. A part of the alarm document also describes how to organize the information about the alarm points. The alarm points were documented by extracting data from the automation system to Excel and formatted by VB-script. To make it easy to update the information the script can automatically compare the data in the automation system with the data stored in documentation. The personnel will add information about the intention of the alarm and the measure to take when the alarm is signaling. The user added information is to justify the alarm. A pilot project with forming an alarm group documenting and structuring the alarms was conducted. Results are promising and show the working with alarms really can cut the alarm frequency and improve the working environment for the operator.</p>			
<i>Keywords</i>			
<i>Classification system and/or index terms (if any)</i>			
<i>Supplementary bibliographical information</i>			
<i>ISSN and key title</i> 0280-5316		<i>ISBN</i>	
<i>Language</i> Swedish	<i>Number of pages</i> 49	<i>Recipient's notes</i>	
<i>Security classification</i>			

Tack!

Under arbetet med detta projekt har jag haft stor nytta och stöttning av min handledare på Södra, Magnus Andersson. Även övrig personal på Södra har varit hjälpsamma och förgyllt tiden som jag jobbat med examensarbetet.

Min examinator Tore Hägglund har varit behjälplig med att kunna angripa problem från rätt håll.

Jag vill även tacka personalen på ABB i Möndahl, Stora Enso i Hyltebruk och GoalArt, för att ni ställde upp med intervjuer och bidrog med material till arbetet.

Våren 2010

Björn Stenquist

Larm i processindustrin

Sammanfattning

Syfte med detta examensarbete är att undersöka hur larmen i processindustrins kontrollrum kan minskas. Problemet med larmen i styrsystemet är ett resultat av den kraftigt automatiserade produktionen och svårigheten att anpassa larm till operatören.

Nulägesanalysen visade problem med dåligt inställda larm och larmkaskader. Dåligt inställda larm resulterar i styrsystemet signalerar trots mycket låg risk för en olycka eller tysta larm som inte signalerar trots hög risk för en olycka. Larmkaskader är en följd av att ett fel i processen som fortplantar sig och därmed utlöser mängder med larm. Ur nulägesanalysen konstaterades att ett mer strukturerat arbete med larm och skapa speciella larmhanteringsgrupper är det bästa sättet att minska problemen med larmen. Ett styrdokument för larmarbetet skapades. Styrdokumentet beskriver larmgruppens uppgifter, larmets definition och hur larmen ska dokumenteras. Larmdefinitionen poängterar att larmet är en signal till operatören för att hjälpa honom styra anläggningen. Larmen dokumenteras i en larpunktlista, den mesta informationen kommer från styrsystemet. Under larmgruppens arbete definieras även larmets syfte och åtgärd för att motivera dess existens. Ett pilotprojekt med en larmgrupp genomfördes och resultaten visar att arbetet med har stor potential att minska larmfrekvensen och förbättra operatörernas arbetsmiljö.

Alarm in processing industry

Abstract

The objective of this thesis is to reduce the alarms in the control rooms of the processing industry and to investigate a strategy for working with the alarms. The problem with the alarms in the automation system is a result of the highly automated production and failure to design the alarms for the operator. The situation analysis showed problems with badly tuned alarms and cascade of alarms. The badly tuned alarms result in alarms triggers without any danger for the process or personal, it also results in silent alarms never signaling although the risk for failure is high. The cascades of alarms occur when one fault triggers many alarms due to the correlation of process parameters. From the situation analysis was concluded that a structured work with alarms and forming groups addressing the problems would be the best way to reduce troubles with alarms. To structure the work with alarms a document with guidelines were created. This document includes the personnel of the alarm group and their tasks. It also describes the definition of an alarm which is a signal sent to the operator showing that the process doesn't behave as it should and the system therefore call for the operators' attention to act. A part of the alarm document also describes how to organize the information about the alarm points. The alarm points were documented by extracting data from the automation system to Excel and formatted by VB-script. To make it easy to update the information the script can automatically compare the data in the automation system with the data stored in documentation. The personnel will add information about the intention of the alarm and the measure to take when the alarm is signaling. The user added information is to justify the alarm. A pilot project with forming an alarm group documenting and structuring the alarms was conducted. Results are promising and show the working with alarms really can cut the alarm frequency and improve the working environment for the operator.

Innehåll

1	Inledning.....	9
1.1	Syfte	10
1.2	Södra Cell Mörrum.....	11
2	Teori.....	13
2.1	Larm	13
2.2	Larmsystemet	15
2.3	Operatören	16
2.4	Utformning av larmsystemet	17
2.5	Larmproblem	20
2.6	Larprioritering	21
2.7	Operatörmiljön.....	22
2.8	Lösningar.....	22
2.8.1	Södra Cell Mönsterås	23
2.8.2	Stora Enso.....	24
2.8.3	ABB.....	25
2.9	GoalArts lösningar:	26
3	Nuläget.....	28
3.1	Intervjuer med drifttekniker	29
4	Utförande.....	30
4.1	Översynen.....	30
4.1.1	Risker på kausticeringsavdelningen	30
4.1.2	Genomförande	30
4.2	PD504.....	31
4.3	Larm i undersökningen.....	32
4.4	Larpunktlista.....	32
4.5	Larmtopplistorna	33
5	Resultat	35
5.1	Larmöversynen.....	35
5.2	Larpunktlista.....	36
5.3	Analys av larmstrategi.....	36
5.4	PD504.....	37
5.5	Övriga resultat	37
6	Slutsatser.....	37
	Källhänvisning.....	40
	Appendix A	41
	Appendix B	42
	Appendix C	43
	Appendix D	46
	Appendix E.....	49

1 Inledning

På många anläggningar är den rådande larmsituationen ett högst reellt problem. Det finns ett antal olika problemställningar kring larm, men det är oftast två som adresseras.

Risken att missa ett larm ökar om operatören får mycket larm, därför bör antalet tjuvlarm¹ minskas. Mängden tjuvlarm kommer dölja de verkliga larmen. Ytterligare en risk är att operatörerna irriterar sig på tjuvlarmen och därför stänger av den akustiska larmsignalen² vid vissa drifttillstånd. Dessutom kommer en operatör som är van vid en hög larmfrekvens inte reagera lika fort på larm vare sig det är ett riktigt larm eller ett tjuvlarm.

Stora mängder larm kan uppstå vid ett problem i processen. Detta fenomen brukar benämnas larmkaskad och beror på korrelerade processparametrar. Exempelvis om en pump stannar kan en flödesmätare larma för lågt flöde och en tank larma för hög nivå, samtidigt som pumpen larmar för att den har stannat.

När det kommer stora mängder larm får operatörerna svårt att reda ut grundorsaken. Om larmgränserna är felaktigt satta larmar inte alltid det reella felet finns, utan systemet larmar först på den larpunkten med snävast larmgräns. Det hela kompliceras av att tidstämpeln på larmet är osäker, även med väl konfigurerade larmgränser kommer larmen inte alltid in i rätt ordning, vilket beror på hur ofta mätningar görs och hur mätdata signalbehandlas.

En fullständig larmöversyn av en anläggning är ett omfattande arbete och därför behövs struktur. På Södra Cell Mörrum har viljan funnits men rutinerna saknats, därför har arbetet många gånger runnit ut i sanden.

Ett dåligt konfigurerat larmsystem är en ekonomisk kostnad. I sin skrift tar GoalArt³ upp ett följande exempel:

- Milford Haven Raffinaderi, England, 1994. En 5 timmar lång larmkaskad orsakade en olycka, som kunde förhindrats. Kostnad 48 miljoner GBP.
- Eurotunneln, 1994. Larmproblem fördröjde upptäckandet av olyckor. Kostnad: cirka 200 miljoner GBP
- Three Mile Island, Harrisburg, Pennsylvania, 1979. Två timmar lång larmkaskad med över 800 000 larm orsakade olycka. Kostnad: 1 miljard USD.
- Vallvik pappersmassabruk, Sverige, 1998. En larmkaskad med 120 larm gjorde det svårt för operatören att förstå situationen och sodapannan⁴ exploderade. Kostnad: 100 miljoner SEK.

Det dåligt konfigurerade larmsystemet skapar driftstörningar som ger stora kostnader, antingen för att det inte tillverkas någon produkt alls eller för att kvalitén på produkten inte

¹ Tjuvlarm är larm som larmar trots att styrsystemet har kontroll över situationen och det därmed inte föreligger några reella risker.

² Torkmaskinen på Södra Cell Mörrum larm så mycket vid uppstart.

³ A small book on Alarms

⁴ <http://www.nyteknik.se/nyheter/verkstad/verkstadsartiklar/article17391.ece>, hämtad 2010-04-16

är tillräckligt bra. Ett av deras exempel är ett pappersbruk där larm missades, vilket ledde till dålig kvalitet och en kostnad på 100 000 USD. Storleken på kostnaden för skadorna beror naturligtvis på anläggningens storlek, men det är ett hårt slag även för en mindre anläggning att stå still en längre tid, trots att den absoluta kostnaden är mindre.

Larmsystemet är en integrerad del av en anläggning därmed är det svårt att uppskatta kostnad för att systemet fungerar dåligt. Industrin är dock medveten om att det finns stora besparingar att göra och det pågår arbete med olika lösningar för att minska larmfrekvensen, men behålla en säker och ekonomiskt optimerad anläggning.

En svårighet är att ta bort eller förändra ett larm är en del av problematiken med larmsituationen. När ett larm tas bort eller förändras måste ett arbete läggas ner, så att inte risken en olycka ökar.

Det finns en rad faktorer som ökar mängden information och larm. Ökad automationen i processen minskar arbetsskador och enformiga arbetsuppgifter samt en driftsäkrare miljö åstadkoms. Prispress på datorkraft och datorutrustning gör det ekonomiskt möjligt att mäta fler parametrar i anläggningen. Kravet på en mer optimerad process ökar antalet mätpunkter. Detta gör att operatören får mer att göra, eftersom informationsmängden blir större.

Operatörens arbetsuppgifter varierar beroende på vad som sker i anläggningen. I uppgifterna ingår att övervaka säkerheten i anläggningen, så att inte den eller personal tar skada. Det ingår även att försöka optimera driften.

Med ett informationsöverflöd blir operatörernas datorgränssnitt, operatörssystemet, otympligt och hjälper inte dem på ett effektivt sätt. Informationsöverflödet motverkar syftet med larmsystemet, som är att uppdatera operatören om det aktuella driftläget. Med informationen ska operatören kunna prioritera rätt arbetsuppgifter, vilket blir svårt med överflödig information.

Någon form kontinuerlig översyn av larmen behövs, eftersom det alltid finns larmpunkter⁵ i en anläggning som inte är rätt konfigurerade. Det beror på att en anläggning förändras, utrustning slits och råvaror byts ut. Dessa larmpunkter ligger antingen och larmar trots att processen fungerar väl eller larmar inte alls. Blir det många eller har hög larmfrekvens riskeras personalens tillit för operatörssystemet att urholkas.

1.1 Syfte

Resultatet av examensarbetet ska vara förslag på verktyg för Södra att minska den totala larmmängden, antalet larm i larmlistorna och antalet larmkaskader. Det görs genom att studera situationen på bruket och göra ett pilotprojekt tillsammans med ordinarie personal. Det måste undersökas hur larmen fungerar i styrsystemet. Operatörmiljön ska beskrivas. Möjligheten att förenkla arbetsgång för att ta bort eller förändra ett larm ska utredas.

⁵ Larmpunkt är mätvärde där signalen utlöser ett larm.

För att kunna genomföra examensarbete måste jag också skaffa mig kunskap om processen, utrustning och styrsystem.

1.2 Södra Cell Mörrum

Södras anläggning i Mörrum, Blekinge grundades 1962. Läget nära Mörrums ån är gynnsamt, eftersom massatillverkning behöver tillgång till rent vatten. Havsläget förbinder fabriken med kunderna i Europa.

På södra används sulfatprocessen som innebär att en stark alkalisk lösning, vitlut, används för att delignifiera cellulosan ur veden. Detta är idag den mest använda metoden för att framställa papper och kallas sulfatmetoden⁶. De andra metoderna är att mala massan mekaniskt eller koka massan enligt sulfitmetoden. Sulfitmetoden ger ett papper som inte är lika starkt och har därför konkurrerats ut av sulfatmetoden.

Enkelt beskrivs bruket som bestående av en fiberlinje och återvinningsprocess. I fiberlinjen görs pappret och återvinningsprocessen förser fiberlinjen med energi och återvinner kokkemikalier.

Veden avbarkas i fiberlinjens första steg. Det görs genom att rulla trästockarna mot varandra i stora trummor, så att barken nöts av. Barken eldas för att utvinna dess energi. De avbarkade stockarna går vidare till en huggmaskin, som hugger stockarna till flis vilket minskar vedens koktid.

Vid kokningen tillsätts vit- och svartlut till veden i olika steg för att lösa ut cellulosan från de andra vedämnen. Det är från kokningen som processen får sitt namn, här bildas nämligen sulfaten. Utsläpp av sulfat var tidigare ett miljöproblem, dessutom luktar sulfaten fränt. Problem är dag åtgärdat, nu samlas 99 % av restgaserna in och förbränns. I kokeriet möts två processdelarna, flis från fiberlinjen och vitlut från återvinningsprocessen.

Den kokta massan innehåller föroreningar från råvaran och därför silas den. Kvistar och bark går kokas åter, medan träfrämmande ämnen som sand avskiljs. Svartlut och andra kokkemikalier tvättas ur massan.

Ligninet reduceras ytterligare genom att massan syrgasbleks. Pappret gulnar av att ligninet utsätts för ultraviolett ljus⁷. Syrgasblekningen har införts för att minska behovet av blekkemikalier i efterföljande blekeri. Efter syrgasblekeriet är massan fortfarande mörk av ligninet. För att inte bryta ner cellulosan i massan mer än nödvändigt sker blekningen i flera identiska steg.

Massan silas den först genom en silplåt, där de största föroreningarna avlägsnas och sedan genom virvelrenarsteg.

⁶ Skogsindustrin En faktasamling 2008, utgiven av branschorganisationen Skogsindustrierna

⁷ <http://en.wikipedia.org/wiki/Lignin>, 2010-04-16

Massan ska uppnå kvalitetskravet att torrhalten är minst 90 %. När massan kommer från blekningen är vattenmängd så stor att vattnet rinner ur massan. Efter det sugts och pressas vattnet ur massan tills torrhalten är cirka 50 %. Massan torkas i sista steget med fläktar för att nå målet med 90 % torrhalt. En låg torrhalt i torkluften ger högre energiförluster, eftersom den då inte torkar massa lika bra och det kostar energi att värma vattnet i torkluften. Den torra massan klipps, balas och emballeras.

Återvinningsprocessens syfte är att förse fiberlinjen med vitlut, det görs genom att återanvända de använda kokkemikalierna. Som biprodukt fås energi som kan försörja hela anläggningen och överskottet säljs till externa parter.

Kokkemikalierna är ganska dyra och därför har en metod utvecklats för att återvinna dem. De aktiva ämnena i vitluten är natriumhydroxid och natriumsulfid. Restkemikalierna efter kokning är natriumkarbonat och natriumsulfat. Natriumsulfaten reduceras i sodapannans bränslebädd till natriumsulfid och natriumkarbonaten blandas med kalciumhydroxid därmed bildas natriumhydroxid och kalciumkarbonat.

Pilotprojektet under examensarbetet genomförs på kausticeringsavdelningen. På avdelningen sker en kontinuerlig återvinning av kokkemikalier, i motsats till satsvis återvinning. Från sodapannan kommer slamuppblandad grönlut som klarnas i en sedimenteringscistern. Den klarnade grönluten blandas i kalksläckaren med bränd kalk varpå två kemiska reaktioner sker. Den brända kalken, kalciumoxid, reagerar med vatten och bildar släckt kalk, kalciumhydroxid och värme. Natriumkarbonaten i grönluten reagerar med den släckta kalken i en jämviktsreaktion och bildar natriumhydroxid och kalciumkarbonat. Reaktionerna reagerar klart i kausticeringskärlen. Vitluten renas därefter från släckta kalken och kan användas igen. Den släckta kalken, mesan, går till mesaugnen och bränns under hög värme. I kausticeringsprocessen skiljs processfrämmande ämnen ut genom filtrering, för att de inte ska anrikas och utgör för stor del av kokkemikalierna.

2 Teori

2.1 Larm

Ett larm är en signal som informerar mottagaren om att ett fel har uppstått. Larmet ser olika ut beroende på vilken miljö det finns i och vem som är mottagaren. Människor och datorer har olika begränsningar, människans är mindre väldefinierade och kan skilja sig mycket från individ till individ. En begränsning är förmågan att ta emot och behandla information. Därför är det viktigt att bara väsentlig fakta kommer till operatören. I EEMUA:s publikation⁸ om larmhantering finns två definitioner som ska hjälpa till att skapa och konfigurera larm:

”Every alarm presented to the operator should be useful and relevant to the operator.”

“Every alarm should have a defined response.”

Varje larm som presenteras för operatören ska vara användbart och relevant för operatören, dessutom ska larmet ha en fördefinierad åtgärd.

Den första definitionen syftar till att minska mängden information, därmed minska stressen på operatören. Definitionen syftar också till att operatören inte ska behöva fundera över om informationen som visas är viktig eller om den är avsedd för honom. Den andra definitionen försöker komma åt ett annat viktigt problem, det att operatören inte ska behöva utreda vad som är fel utan direkt när larmet kommer kunna vidta en åtgärd för att rätta till situationen.

Larmåtgärden bör vara en handling, exempelvis justera ett börvärde på en regulator eller be en reparatör reparera den felande utrustningen. Det kan också förekomma att larmet är villkorsstyrt, operatören kan behöva kontrollera ett värde eller en trendkurva innan åtgärd bestäms. I undantagsfall uppmärksammar larmet operatören på ett händelseförlopp, exempelvis att en automatisk sekvens är färdigexekverad. Det som faller utanför dessa ramar är inte larm och det är systemskaparens uppgift att ta ställning till hur och om denna information ska presenteras för operatören, det är dock viktigt att den inte sammanblandas med larminformationen. Eventuellt kan dessa händelser läggas i en egen lista, utanför larmlistan, eller kan det visas som status direkt i grafiken.⁹

I en nyprojektering glöms många gånger larmen bort och kommer därför in i slutet av projektet. Om larmen definieras tidigare under projektet blir det enklare att bygga in larmen i styrsystemet. Sätt mer fokus på larmen kommer det förbättra larmsituationen.

Tiden är också en begränsning, en operatör hinner bara utföra en viss mängd uppgifter. EEMUA:s definition:

⁸ ”Alarm Systems; A guide to Design, Management and Procurement”

⁹ ”Alarm Systems; A guide to Design, Management and Procurement”

”Adequate time should be allowed for the operator to carry out a defined response.”

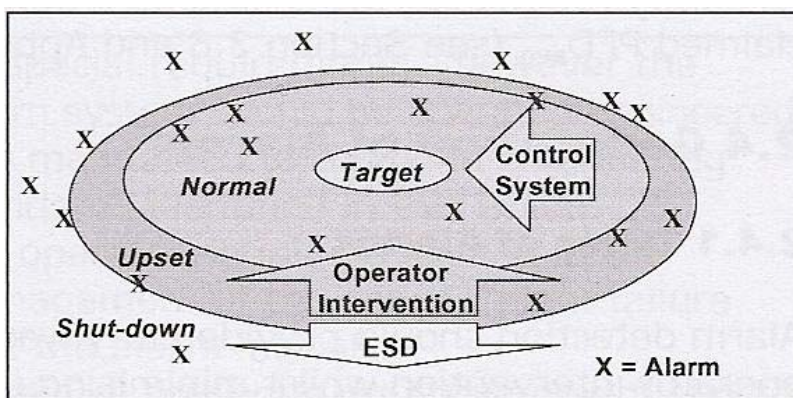
Larmfrekvensen får inte vara så hög att operatören inte hinner med sina larm. Operatören måste dessutom ha tid att utföra den åtgärden som larmet kräver, det vill säga operatörerna ska hinna utföra åtgärden efter larmet kommit utan risk för olycka.

Ett bra larm bör ha följande egenskaper:

- Relevant inte innehålla falsk information eller ha lågt värde för operatören
- Unikt larmet ska inte ha samma information som ett annat larm
- Komma i tid operatören ska ha tid att agera
- Prioritets kategoriserat rangordnar hur allvarligt larmet är
- Förståligt ha ett klart och tydligt budskap
- Diagnostiskt problemet som uppstått identifieras
- Rådgivande adekvat åtgärd föreslås
- Fokuserande för uppmärksamhet till det som är viktigaste

Genereringen av larm kan ske en rad olika tekniker, se listan i Appendix A. Alla dessa typer av larm utlöses på gränsvärde som sätts av larmkonstruktören.

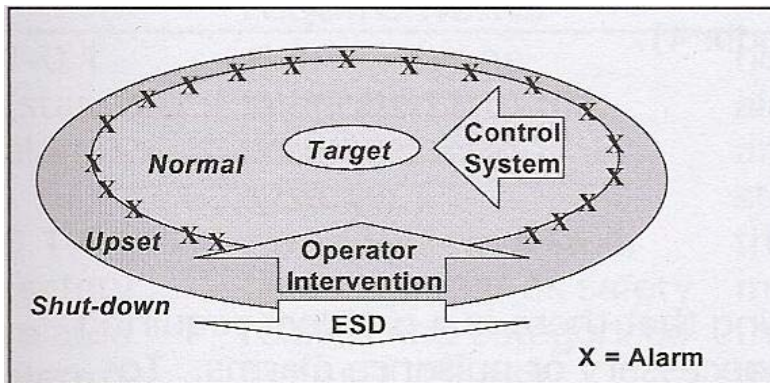
Larmgränsernas placering är viktig, larmen ska nå operatören när anläggningen går från normalt drifttillstånd till ett tillstånd när styrsystemet självt inte kan hantera processen. Om larmet sätts för snävt kommer det larma även under normaldrift och kommer då enbart irritera operatören. Om däremot larmet sätts för brett kommer inte larm alls och anläggningen kan behöva nödstoppas eller i värsta fall sker en olycka.



Figur 1, ett sämre konfigurerat larmsystem. Bildkälla: EEMUA

Processparametern måste analyseras för att sätta en larmgräns. Den ska sättas där styrsystemet inte klarar av att reglera värdet, men samtidigt måste operatören ha tid att utföra korrigeringsåtgärder. Klarar varken operatören eller systemet att reglera processen måste nödstängning ske, detta kan göras automatisk av styrsystemet eller av operatören.

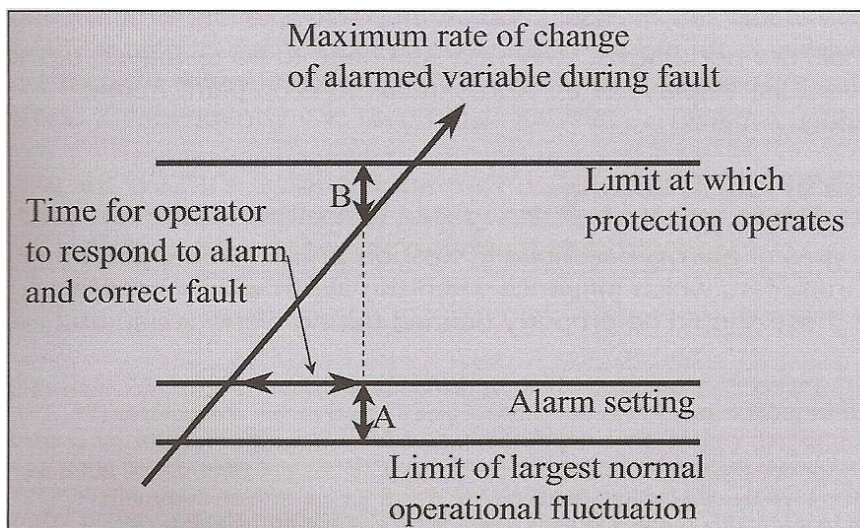
I Figur 1 ses en karta över tillstånden i en fiktiv anläggning. Markeringarna i bilden är olika larmpunkter, de borde legat mellan normalt drifttillstånd och att operatören måste ta över. Alla anläggningar lider mer eller mindre av den här typen av problem.



Figur 2, ett idealt konfigurerat larmsystem ur maskinsynpunkt, Bildkälla: EEMUA

I Figur 2 ses ett idealt scenario, där larmen kommer när styrsystemet inte längre kan hantera situationen. Det blir då operatörens roll att ta över.

En operatör måste ha tid att rätta ett processvärde efter att larmet kommit. Tiden bestäms av differensen mellan larmgränsen och gräns när det finns hög risk för olycka, operatörens beredskap och reaktionsförmåga, ändringshastigheten i den aktuella parametern samt hur fort operatörens handlingar får genomslag. Det illustreras delvis i Figur 3 nedan.



Figur 3, tid för operatören att agera

En stor förståelse för hur processen fungerar när den är på väg att falla behövs vid larmgränssättning. Den processparameter som påverkar risken för en olycka mest bör larma.

2.2 Larmsystemet

Larmsystem är en del av styrsystemet och hjälper operatören att ha kontroll på anläggningen. Styrsystemen har växt som direkt följd av en ökad automation. På 60- och 70-talet var gränssnittet mot operatörerna paneler med lampor, knappar och mätare. Dessa har sedan dess ersatts av datorbaserade system, där styrningen sker via grafik på skärmar. I

de tidigare systemen var kapaciteten inte lika stor som i dagens, skulle en ny mätpunkt konfigureras fick en befintlig tas bort. På gott och ont är det betydligt enklare att öka mängden information till operatören. Larmsystemet ska hjälpa operatören och måste därför anpassas till hans mentala kapacitet. EEMUA pekar på fyra punkter som systemet hjälper operatören med:

- Se till att anläggningen är i ett säkert drifttillstånd och därmed förhindra förreglingar utlöses och automatisk nedstängning
- Upptäcka och agera för att förhindra farliga situationer. Detta ska egentligen behandlas av det automatiska nedstängningssystemet, men ibland kan systemet fela och då måste larmsystemet och operatören reda ut situationen
- Identifiera avvikelser från önskat drifttillstånd som kan leda till ekonomiska förluster då som felaktig kvalitet eller hög tillverkningskostnad
- Förståelse för olika former av tillstånden som inte styrsystemet inte förmår att styra tillbaka till normaltillstånd.

Anläggningens prestanda och tillgänglighet höjs om larmsystemet fungerar väl.¹⁰

Larmsystemet kan påkalla operatören på olika sätt. Det är mycket vanligt att det sker med ljud och ljus. En siren och en saftblandare kan systemet på kalla operatörens uppmärksamhet om något alvarligt sker. Medan mindre alvarliga händelser visas i grafiken och möjligtvis ett pling-ljud.

Larmsystemen är utformade på olika sätt beroende på i vilken applikation de finns i. Kärnkraftsindustrin är konservativ och använder både analoga och digitala styrsystem, jämfört med resten av processindustrin som gått över till digitala styrsystem. Flygindustrin, i form av cockpiten, är väl utvecklad med ett bra fungerande digitalt styrsystem. Larmen i cockpiten prioriteras och undertrycks olika beroende på drifttillstånd.¹¹

2.3 Operatören

Operatören huvudsakliga arbetsuppgifter är att övervaka säkerheten och produktionen. Säkerheten har högst fokus så att person- och anläggningsskador undviks. Operatören har även till uppgift att övervaka kvalitén, produktionstakten och produktionskostnader och på så vis garantera en lönsam produktion. Till sin hjälp har operatören styrsystemet, processspecialister samt service och underhåll.

Den aktuella arbetsuppgiften beror i hög grad på vilket tillstånd som anläggningen befinner sig i. I normaltillstånd ska operatören se till att optimera processen, med avseende på kvalitet och ekonomi. När styrsystemet inte klarar att hålla anläggningen i normaltillstånden måste

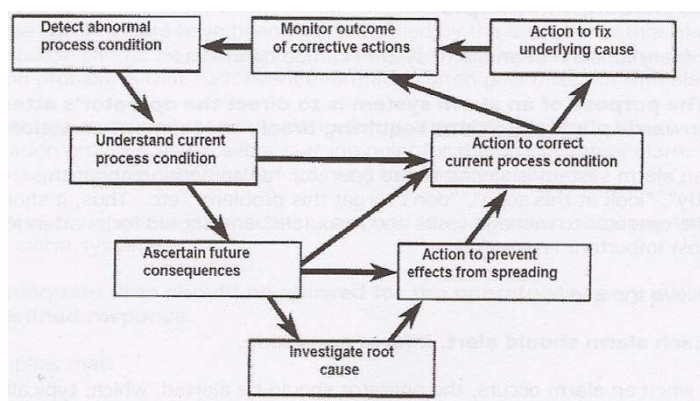
¹⁰ Anna thunberg ”A cognitive Approach to the Design of Alarm Systems for Nuclear Power Plant Control Rooms”

¹¹ Anna thunberg ”A cognitive Approach to the Design of Alarm Systems for Nuclear Power Plant Control Rooms”

operatören ta över och rätta upp situationen. I en Gallup undersöktes, vilka som var de viktigaste arbetsuppgifterna för operatören och hur de prioriteras¹²:

- 1) Upprätt hålla säkerheten.
- 2) Följa arbetsrutiner.
- 3) Uppfylla produktionsmål.
- 4) Öka effektiviteten.
- 5) Minska antalet larm.

Operatörens roll i stressiga situationer kan vara mycket komplex, nedan finns ett aktivitetsschema hämtat ur EEMUA:s skrift:



Figur 4, operatörens roll vid onormala händelser

Tanken bakom schemat är att hitta en lösning som återställer situationen snarare än att gräva ner sig i bakomliggande orsaker till den uppkomna situationen. Operatörens arbetssituation kan bli väldigt stressig även om även om processdynamiken är långsam, därför bör det undvikas att lägga mycket analysarbete på operatören.

2.4 Utformning av larmsystemet

Komplexare larmsystem och styrsystem tenderar att öka operatörens arbetsmängd tvärtemot avsikten¹³. Det beror på att processen ligger närmare maximal effekt, lägre säkerhetsmarginaler, högre kostnader för produktionsstörningar, mer komplexa processer och färre operatörer¹⁴. Utgångspunkten när ett larmsystem utformas ska därför vara operatörens arbetssituation.

Larmsystemutformningen är en komplex uppgift, eftersom systemet interagerar med de flesta delar av anläggningen. EEMUA tagit fram en aktivitetslista för utformningen av larmsystemet:

¹² Anna Thunberg "A cognitive Approach to the Design of Alarm Systems for Nuclear Power Plant Control Rooms"

¹³ Anna Thunberg "A cognitive Approach to the Design of Alarm Systems for Nuclear Power Plant Control Rooms"

¹⁴ Anna Thunberg "A cognitive Approach to the Design of Alarm Systems for Nuclear Power Plant Control Rooms"

Riskbedömning

- Utveckla en plan för anläggnings säkerheten
- Identifiera operatörens roll för säkerheten
- Gör riskanalys för att identifiera larm som skyddar anläggningen mot miljörisker, ekonomiska risker och säkerhetsrisker.
- Gör en granskning för att identifiera larm som ger en signifikant riskminskning

Ergonomi

- Identifiera antalet operatörer och deras roller
- Kontrollera utformningen av operatörmiljön, som antal skärmar, färganvändning och informationshjälpmedel
- Konstruera ett larmgränssnitt

Konstruktion av enskilda larm

- Granska föreslagna larm som inte kommer ifrån riskanalysen
- Identifiera larm med speciella helhets- eller visningskrav
- Fyll i dataformulär för varje larm
- Beskriv åtgärd för varje larm
- Konfigurera hårdvara för de individuella omständigheterna för varje larm
- Installera larmsensorer

Konstruktions integration

- Rationalisera listorna med de föreslagna larmen
- Granska den övergripande system designen för att möta de viktigaste grundreglerna för design¹⁵
- Identifiera krav för att larmsystems funktionalitet

Larmsystemets konfiguration

- Installera larmsystemets hårdvara
- Konfigurera larmsystemets hård- och mjukvarumiljö
- Sätt upp en databas med larminformation
- Konfigurera hård- och mjukvara för enskilda larm
- Konfigurera larm med sammanlänkad logik

Testing

- Testa larmsystemets möjligheter
- Testa larmsensorerna
- Testa hård- och mjukvarukonfigurationerna för de enskilda larmen
- Utvärdera den övergripande ergonomin
- Mät larmsystemets prestanda
- Bestäm fortlöpande test av systemet
- Optimera den operativa prestandan

Listan ger ett handfast och grundligt sätt att utforma larmsystemet.

¹⁵ "Alarm Systems; A guide to Design, Management and Procurement" Appendix 2

EEMUA har skapat en strategi för utformning av enskilda larm, eftersom varje enskilt larm bidrar till den totala larmsituationen:

- Fördelning av roller och ansvar för utformningen av larmsystemet
- Identifiera larmsystemets användare, deras behov och arbetsuppgifter
- En definition av vad ett larm är
- En definition av vad larmsystemets säkerhetsuppgift är
- En lista över alla larm som hävdas bevara/förstärka säkerheten
- Definiera larmsystemets prestandamål (t.ex. max flöde av larm)
- Regler hur larm prioriteras
- Lista över den information som ska dokumenteras om varje larm
- Ordlista med termer och förkortningar som används i larmmeddelanden
- Beskrivningstolk för innehåll och struktur av larmåtgärder
- Beskrivning av hur man läser larmmönster, dess gruppering, hur de döljs och acceptansen för dem.
- Analys av hur ofta larmutrustningen ska testas

En bra larmskötsel leder till en välfungerande anläggning. EEMUA har dragit upp riktlinjer för en larmskötselstrategi:

- Fördelning av roller och ansvar för att upprätthålla och sköta larmsystemet
- Definition av en larmöversyn
- Definition av prestandakrav som överensstämmer med kraven i dokumentet för larmkonstruktionsstrategin
- Specifikation av rutinmätningar som ska tas för att övervaka larmprestandan
- Underhålls- och testprocedurer.
- Åtgärdslistor för att underhålla larmsystemet.
- Beskrivning av larmförändringsprocedur, när nya larm tillkommer eller när dokumentationen förändras. I detta ingår även vem som har beslutanderätt över nya larm.
- Träning och kompetens i larmrelaterade frågor

Om dessa två dokument på plats och det finns en vilja att efterfölja dem är förutsättningarna är goda för att skapa en bra larmsituation.

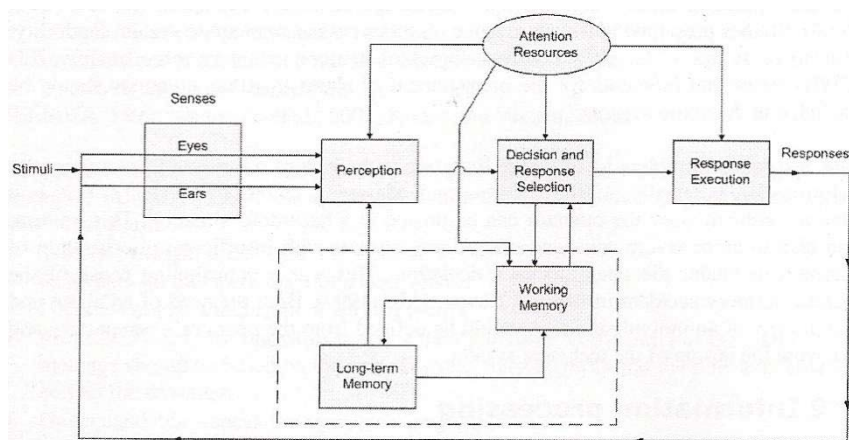
Larmsystem byggs inte i första hand genom att komma med smarta lösningar utan att arbeta strukturerat och rättfärdiga enskilda larms existens, citat EEMUA:

”Whatever its source, every alarm should be justified, properly engineered and be consistent with the overall alarm philosophy and plant risk assessment.”

Processen när människan tar hand om och bearbetar information är komplex och det har vuxit fram olika modeller. Modellerna kan användas för anpassning av operatörmiljön, så att informationshanteringen optimeras.

Den klassiska modellen förklarar att människas informationshantering sker i diskreta faser. Modellens funktion är under utformningen av larmsystemet, eftersom arbetsuppgifter tar olika lång tid beroende på uppgifternas natur, systemets utformning och omvärldsfaktorer.

En annan modell är mer inriktad på hur människan integrerar med sin omgivning och fungerar därför bra när visningsbilder på datorskärmar utformas. Grafiken ska lättförståelig för operatören, exempelvis kan anläggningens verkliga uppbyggnad härmas.



Figur 5, klassiska modellen av operatörens aktiviteter

Den klassiska modellen, se Figur 5, fungerar genom att något av människans sinnen stimuleras och hon blir medveten om detta. Hon beslutar sig hur hon ska agera på informationen och tar hjälp av korttids- och långtidsminnet. När beslutet är taget utför hon det. Den trånga sektorn i den klassiska modellen är operatörens uppmärksamhet. Denna ska delas mellan perception, bearbetning av informationen, val av handlingsplan och utförande av denna.

Signaler som larmar i normaltillstånd förorenar operatörmiljön, detta förekommer i alla anläggningar på grund av ständiga förändringar av utrustning och process. En kort analys och dokumentation av larmgränser är ett steg att komma åt problemet.

2.5 Larmproblem

Stor generering av larm, operatörernas missnöje över mängden larm eller att anläggningen har dålig driftsäkerhet är tydliga tecken på larmproblem.¹⁶ Ofta visar sig larmproblem indirekt genom störningar i driften eller dålig produktion i anläggningen. Även larmen är primära orsaken till dålig drift, väljs istället att förbättra processen.

¹⁶ "A Small Book on Alarms"

Enligt GoalArt förvärrar moderna larmsystem i många fall situationen i anläggningen snarare än förbättrar den. Statistik över larmen visar situationen i anläggningen. De parametrar som GoalArt tycker är viktiga är följande:

- Medeltal larm per timme. Detta ger en bild av larmbelastningen under normaldrift.
- Maximal antalet larm per timme. Beräknas exempelvis i 10 minutsintervall. Indikerar belastningen utanför normaltillstånd.
- Andel av timmar med mer än 30 nya larm, vilket ger indikation på hur mycket störningar det är i anläggningen.

De klassificerar även situationen som larmsystemet befinner sig.

Medeltal larm/timme	Max larm/timme	% timmar med mer än 30 nya larm	Tillstånd
> 600	> 6000	> 50 %	Överbelastat
> 60	> 6000	> 25 %	Stor belastning
> 6	> 600	> 5 %	Stabil
> 6	> 60	> 1 %	Robust
< 6	< 60	< 1 %	Förutsägbart

Beroende på vilken diagnos systemet får föreslår GoalArt olika typer av åtgärder. De anser att dessa är de nödvändiga åtgärderna:

- 1) Skapa en grupp ansvariga för larmskötseln
- 2) Skapa en larmfilosofi och en handlingsplan för att lösa problemen
- 3) Gör en larmöversyn
- 4) Gör en larmuppressning
- 5) Prioritera larmen
- 6) Inför tillståndsbaserad larprioritering och undertryckning
- 7) Inför rotorsaksanalyser

Om systemet är i relativt god form kan ett par av de översta åtgärderna hoppas över. Det är dock alltid vettigt att tydligt sätt någon ansvarig för larmskötseln.

Systemet ska klara av mindre störningar utan att producera larmkaskader. Vid stora störningar är larmkaskaderna mindre intressant, eftersom dessa ändå måste hanteras med nödfallsåtgärder.

2.6 Larprioritering

Larprioritering kan hjälpa operatören att åtgärda det som är viktigt först, därefter ta sig an de mindre akuta åtgärderna. Att ha många larprioriteringsnivåer ökar komplexiteten och vinsten är borta. ABB rekommenderar 3-4 prioritetsnivåer och EEMUA rekommenderar 3 nivåer per operatör. Finns det skäl att ha fler nivåer på larprioriteringen ska dessa delas upp, så att en operatör får de låg prioriterade larmen och en annan operatör får de hög prioriterade larmen.

Med en operatörsuppdelad larmprioritering kan arbetsuppgifterna fördelas mellan att optimera processen och ansvar för säkerheten.

En effektiv larmprioritering är entydig, larm med samma prioritetsnivå är lika viktiga. Saknas entydigheten kommer larmprioriteringen spela ut sin roll. Operatören måste få veta vad som är mest akut, annars är det svårt för honom att minimera störningarna.¹⁷

I larmets prioritering ska hänsyn till kostnad och faran med felet samt hur snabbt en åtgärd måste vidtas.

2.7 Operatörmiljön

Den digitala visningen ger stor frihet att utforma gränssnittet mellan operatör och anläggning. Med friheten följer också ett större ansvar att bevara användarvänligheten. Operatören ska enkelt förstå hur olika delar i anläggningen hänger ihop och det ska vara tydligt hur anläggningen styrs. Eftersom processbilderna¹⁸ mest används av operatörerna har Södra bestämt att operatörerna ska utforma dem.

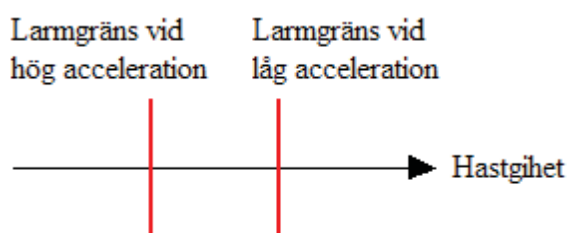
Som tidigare nämnt är det viktigt att inte överbelasta operatören med information, därför ska bilderna som visas för operatören innehålla det mest essentiella för körningen.

2.8 Lösningar

Olyckor, ekonomiska förluster eller icke godtagbar arbetssituation för operatören är anledning till industrin arbetar med förbättringar av larmen.

En metod att minska larmmängden är att filtrera signalen till larmet och därmed triggas larmet färre gånger. Att lägga till en tidsfördröjning är en enkel och bra metod om det finns mätbrus eller ofarligt processbrus som triggas larmet. Med en tidsfördröjning larmar bara larmet om signalen fortfarande efter den tidsinställda fördröjningen har passerat.

Hysteres är ett annat sätt att hantera svängniga signaler, det bygger på att det finns två larmgränser en yttre som slår på larmet och en inre som stänger av larmet.



Figur 6, rörlig larmgräns på hastigheten beroende av storleken på accelerationen.

En filtermetod bygger på att två signaler mäts, det är en signal som triggas larmet, men vilket värde larmet triggas på beror på värdet av den andra signalen. Exempelvis, så kan hastighet och acceleration mätas. Om accelerationen är låg eller negativ kan larmgränsen för

¹⁷ Anna Thunberg, "A cognitive Approach to the Design of Alarm Systems for Nuclear Power Plant Control Rooms"

¹⁸ Processbilderna är den grafik som används för att styra och övervaka anläggningen

hastigheten vara hög, om däremot accelerationen är hög måste larmet för hastighet vara lägre.

Fulla larmlistor har varit ett visst problem på Mörrums bruk. Det finns lösningar för att åtgärda problemet. En idé är att genomgång av larmlistan vid varje skiftöverlämning, vilket skapar tydligt fokus på larmen som ligger i larmlistan. Ett annat alternativ är att regelbundet mäta och föra statistik över mängden larm i larmlistan, det kan sedan jämföras med operatörernas olika ”körstilar”. Ett tredje sätt att minska larm i larmlistan är att försöka åtgärda de larmen som har den högsta frekvensen på listan. På mörrum finns redan möjlighet att ta fram larmtopplistor. Larmtopplistan kan sedan analyseras uppifrån och ned. Där varje larpunkt går igenom, för att se om gränsen kan ändras, om det är möjligt att filtrera signalen innan den larmar eller om det finns någon annan åtgärd.

Redundanta mätningar ställer till problem genom en ökning av antalet larm, men är nödvändiga på vissa signaler. Redundanta mätningar förekommer där stor risk för fara för anläggningen eller personal förekommer eller att ett fel orsakar stor ekonomisk skada. Redundanta mätningar minskar risken för problem med defekta givare. Antalet larm kan minskas genom gruppering av larmen, när en av signalerna larmat låses möjligheten för de andra att larma. På vissa processvärden används principen att två av tre signaler larmar innan åtgärd vidtas i Mörrum, larmet ska då utlösas när två av signalerna är i larmtillstånd.

Det finns möjlighet att bygga upp beslutstödsystem till operatören, men ofta utformas dessa så att arbetsmängden för operatören ökar.¹⁹ Om ett beslutstödsystem implementeras är det ännu viktigare att sätta operatörens arbetsmiljö i fokus.

För att skapa mig en större bild av styrsystemen gjordes under examensarbetet studiebesök på systerbruket i Mönsterås, Stora Ensos pappersbruk i Hyltebruk och på ABB i Mölndal.

2.8.1 Södra Cell Mönsterås

Massabruket i Mönsterås har många likheter med Mörrums bruk, största skillnaden är att massa kokas kontinuerligt, istället för satsvis. Bruket i Mönsterås är också större och tillverkar mer pappersmassa.

Mötet med systemingenjörerna var främst till för att undersöka vilka strategier som Mönsterås vidtagit inom larmhantering. Larmhantering delades in i 3 områden; projektering, larmöversyn och larmundertryckning.

I Mönsterås finns en annan syn på larmnivåer. Styrsystemet kan ge L1- och L2-larm. L1-larmen är mer akut, eftersom de signalerar att något i processen måste åtgärdas. L2-larmen informerar operatören om att processen är förlorad.

När larmen kommer in i projekteringen av ny utrustning beror på systemleverantörens kunskaper och vilja att hjälpa till med larmhanteringen. Larmsättning av

¹⁹ Anna Thunberg, ”A cognitive Approach to the Design of Alarm Systems for Nuclear Power Plant Control Rooms”

processparametrarna kommer in under slutet av projekten och justering av dem sker under eller efter drifttagning. Drifttekniker på Mönsterås hade gärna sett att leverantören tog en aktivare roll i med projekteringen av larm, för att åstadkomma ett bättre slutresultat, genom att föreslå larmpunkter och larmgränser. En justering av larmgränser vid drifttagning är nog oundvikligt på grund av svårigheten att ha med alla parametrar i analysen för larmsättningen. Operatörerna upplever att leverantörerna sätter larmgränserna snävt.

Som i Mörrum görs riskanalyser för att bedöma olika faror och därmed sätta förreglingar på ny utrustning. I riskanalysen finns både en orsak och åtgärd för förreglingen. Orsaken till att förreglingen slår till och åtgärden för att slå av förreglingen.

Det finns ingen rutin för genomförande av larmöversyn eller någon strategi för larmhantering. Däremot gjordes en larmöversyn i samband med att manöverrummen nyligen gjordes. Vid översynen togs onödiga larm bort och larm omfördelades.

Larmförändringar dokumenteras inte varken lokalt eller i Merit, som är Södras databassystem.

I Mönsterås finns ingen larmundertryckning och de anser inte att det är nödvändigt. Därmed behövs inte programmering och dokumentation göras, men det finns en större risk för larmkaskader. Larmkaskaderna hindras av väl konfigurerade larmpunkter.

2.8.2 Stora Enso

Stora Enso har ett stort pappersbruk i Hyltebruk där företaget producerar tidningspapper med mekanisk pappersmassa. Principen med mekanisk pappersmassa är att veden mals sönder istället för att kokas, fördelen är att mer papper kan produceras per kubikmeter ved, nackdelen är pappret blir mindre tåligt. Dessa egenskaper gör att pappret fungerar utmärkt som tidningspapper.

När det gjordes investeringar i nya moderna styrsystem upptäcktes det att det är viktigt att ha en bra strategi för larmhanteringen, annars riskerar operatörerna att få väldigt många irrelevanta larm. Av tidigare nämnda anledningar är detta direkt olämpligt, därför började Hyltebruk aktivt arbeta med larmhantering.

Tommy Eriksson på Hyltebruk anser det vara en stor fördel att arbeta med larmen och styrsystemen i nära samarbete med operatörer, på det sättet engageras operatören i att förbättra sin arbetsmiljö.

En av de åtgärder som de har vidtagit är att de ställer krav vid upphandlingar. Varje mätpunkt ska vara funktionsbeskriven, enligt exemplet i Appendix E. Funktionsbeskrivningen görs av leverantören och följer med som en del av leveransen. En stor fördel med dessa funktionsbeskrivningar är att det blir en tydlig överblick över vad som ska mätas, hur det ska regleras och vilka larmgränser som ska sättas.

Funktionsbeskrivningarna ger konstruktörerna ett bra underlag när de bygger styrsystemet. I avtalet förbinder sig leverantören skapa larm som larmar på riktiga händelser, däremot åtar de sig inte att optimera anläggningen. Det är något som ordinarie personal gör, dels för att det är svårt att överblicka mängden arbete som krävs och dels för att in- och utparametrar från den aktuella processdelen kan ändras. Funktionsbeskrivningen innehåller tydliga specifikationer om förreglingar. Det gör att det enkelt går att kontrollera varför en förregling finns.

2.8.3 ABB

ABB utvecklar av styrsystemet som Södra Cell Mörrum till största del använder. Det är därför intressant att lyssna på vilka metoder de rekommenderar för att få en god larmhantering. Därför intervjuade jag dem angående deras syn på larm, larmstatistik och larmprojektering.

Styrsystemet, 800xA, är stort och det finns massor av funktionalitet i systemet. Systemet är mycket användarvänligt och designen av grafiken liknar mycket den i Windows XP.

Begränsningar som finns är att det saknas ett bra rotorsaksanalysverktyg och dåligt med stöd för att ta fram statistik om larmen. För tillgång till larmstatistik måste extra mjuk- och hårdvara köpas och implementeras.

Vid inledning av ett samarbete med kund vill ABB informera om de möjligheterna som i styrsystemet med hanteringen av larmen och funktionaliteten i systemet. Deras filosofi är källan larmar och resten av larmpunkterna är tysta.

I ABB:s typkretsar finns larm inbyggda under ett projekt gås de implementerade kretsarna igenom för att kundanpassa dem. Exempelvis kan larm vid förregling slås på eller av och om händelser ska vara aktiverat.

Maskin- eller processleverantören sätter larmpunkterna, eftersom de känner utrustningen bäst. Undertryckning mellan olika larmpunkter är ett applikationsarbete, som ABB kan ta på sig som konsultuppdrag, men inte ingår i grundsystemet. Tydlighet mot alla parter angående larmpunkterna är viktigt, för att målen ska nås.

ABB upplever ett problem med att dokumentationen rörande larmpunkterna hålls levande efter projekten är avslutat. Det finns dock inget stöd för att göra det i styrsystemet.

En ny funktion som lanseras i version 5.1 är larmhiding, vilket innebär att larm kan undertryckas i vissa driftslägen, exempelvis vid uppstart eller underhållsstopp. Funktionen gör det enkelt att undertrycka larm från en stor grupp larm. Vid larmhiding kommer larmet upp i händelselistan istället för i larmlistan.

Förslag från ABB är att funktionella strukturen byggs upp så att det blir enkelt att skilja de olika operatörsstationerna från varandra. Därmed kan olika larm skickas till olika

operatörsstationer. Class-variabeln i larmande objekt bör dock alltid definieras för möjlighet till filtrering.

ABB har en idé om att ha två nivåer med operatörer. Första nivån får alla larm, den högre nivån har ett större område och har en mer övervakande roll.

I ABB:s system finns stöd för flera prioritetsnivåer, men de rekommenderar max 4 nivåer på larmprioriteringen. Situationen tenderar annars att bli rörig.

- 1) Säkerhetslarm (person).
- 2) Processlarm allvarliga.
- 3) Varningslarm.
- 4) Påminnelser (instruktioner).

2.9 GoalArts lösningar:

Grunden till GoalArt är skapandet av en algoritm för att hitta rotorsaken i en larmkaskad. Industrin var inte mogen att investera i algoritmen och därför valde GoalArt att bredda sitt sortiment och även erbjuda andra produkter.

GoalArts första rekommendation är skapandet av en larmansvarsgrupp med tydliga verksamhetsmål och ekonomiska mål. Gruppen arbete och mål ska vara accepterat i ledning och organisationen för att den ska fungera effektivt.

GoalArt första rekommendation är att larmgruppen genomför en larmrevision, där alla larm går igenom och ett antal data gällande larmen dokumenteras. Dokumentationen kan innehålla vem som får larmet, vilken prioritet larmet har. Insamlingen av data ger en god bild av larmsystemet.

GoalArt belyser punkter som bör analyseras i samband med en larmrevision som inte nämnts tidigare:

- Underhållslarm ska skickas till underhållsavdelningen
- Finns det verkligen behov för två larmnivåer på en signal
- Larmbeskrivningarna bör standardiseras

Sensor Placement Analysis är en GoalArt-algoritm som givet larmutlösningnivå och givarplacering beräknar var fel i processen kan uppstå utan att mätvärdet ändras.

Problemet med tjuvlarm och tysta larm som tidigare adresserats vill GoalArt komma åt med en algoritm som sparar mätdata under ett par veckor, därefter analyserar och föreslår förändrade larmgränser, dödband och signalfilter. I och med att analysen sker utan processkänedom måste den genomgå av driftkunnig personal, för att inte skapa risker eller bryta mot lagar.

Dynamisk prioritering är när larm har olika prioritering beroende på drifttillstånden. Larm som är relevanta vid uppstarten kan vara irrelevanta i normalkörning. Dynamisk prioritering

kan programmeras direkt i styrsystemet, GoalArt har gjort en applikation som förenklar arbetet med hjälp av grafisk konfiguration.

Den stora produkten som GoalArt vill sälja är rotorsaksanalys. Rotorsaksanalysen är till för att hitta orsaken till en larmkaskad, det är nämligen inte så att första larmet är orsaken till larmet. I GoalArts mjukvara byggs en logisk modell av processen upp med givare, ställdon och processutrustning. Logiken analyserar vilket larm som larmar för orsaken och presenterar det för operatören.

3 Nuläget

Anläggningen i Mörrum finns ett behov av att förändra larmsituationen, därför efterfrågades detta examensarbete. Ett strukturerat sätt att arbeta med larmproblemen på fabriken avdelningar. Ett utdrag från larmlistan visar att det finns relativt många larm i larmlistan.

Nulägesanalysen bestod i att göra sig bekant med anläggningen, intervjua personal och undersöka larndata. En anläggning för massatillverkning är komplex, där var det omöjligt att gå in i detalj på alla de olika delarna i fabriken. Strukturerade intervjuer gjordes med driftteknikerna. Intervjuer och diskussioner genomfördes också med systemtekniker och operatörerna. Studie av manöverrum, operatörernas arbetsrum, för att praktiskt få en känsla av larmsituation. Larndata analyserades dels vid olika incidenter och stopp, dessutom analyserades larmtopplistor för larmen.

Operatörssystemet består av grafiska skärmbilder, larmlista samt händelselista och är verktyget som operatörerna främst arbetar med. På de grafiska skärmbilderna är anläggningens utrustning representerad, bilderna på anläggningen i Mörrum är överblickbara och logiska. Larmlistan är mindre funktionell än bilderna. Larmlistan bör visa fel som är operatören måste åtgärda snarast. Larm som inte är så akut bör omklassificeras till arbetsorder eller händelse. Exempelvis kan det ligga månadsgamla kvitterade larm som är vidarebefordrade till underhållsavdelningen. I listorna finns larm som operatören har ansvar för, men han behöver inte agera direkt på larmet, det ska undvikas. Larmlistans funktion är att alarmera operatören och sammanställa var akuta åtgärder behövs, inte att vara en påminnelista för operatören. Södra i Mörrum bör arbeta med larmlistan, så att den blir kortare.

I intervjuer med drifttekniker och operatörer framkom att även om larmen självklart är en viktig del av styrsystemet, så finns det ingen tydlig fokus. Det formella ansvaret för larmen ligger på driftteknikerna, men de lämnar över mycket ansvar till systemtekniker och till operatörerna.

På avdelningarna på brukets förekommer larmkaskader och larmfrekvens blir då hög. Med erfaren personal löser sig problem, men minskade larmkaskader hade lett till snabbare beslut.

Den statistik som kan tas ut av larmen är en historisk larmlista och hur frekventa larmen är (larmtopplista). Dessa användes för att kontrollera larmsituationen. Vid en rutinkontroll av flödesmätarna till lutsprutorna uppstod ett problem som förreglade alla lutsprutorna. Lutsprutorna sprutar in använda kokkemikalier i sodapannan. I och med detta slocknade sodapannan och fabriken driftstoppades. Analysen av incidenten visade att den skapade en larmkaskad med 18 A-larm under den mest intensiva minuten. Många av dessa larm var direkt relaterade till varandra. Exempelvis övervakas trycket av redundanta givare, idén bakom det är att 2 av 3 larm ska larma för att det ska vara säkert att ett problem uppstått. Det förekom också larm som beräknades ur de redundanta givarna, vilket medför att samma processparameter larmar 4 gånger.

Under normala driftförhållanden är larm från redundanta givare inget problem, men det är inte acceptabelt vid driftstörningar som ger larmkaskader. Problemet bör åtgärdas, det kan till exempel ske med en gruppering av larmen. Med en gruppering kan det larma när två av tre givare går över larmgränsen, men larmar inte när den tredje givaren också går över larmgränsen. Därmed fås ett larm, men säkerheten med redundanta givare är kvar. Gruppering av larmen hade minskat larmfrekvens till hälften under minuten med 18 A-larm.

Även en med denna gruppering hade larmfrekvensen varit hög och andra metoder att minska antalet larm är intressanta. Under larmkaskaden var larmfrekvensen under 1 minut som högst 23 larm/min, mer än ett larm var tredje sekund. Larmen kan exempelvis minskas genom förändrade larmgränser eller filtrerad givarsignal.

Under mina besök i kontrollrummen framkom det att en del av larmen är så vanliga att rutin mässigt kvitteras. Det tyder på att larmgränserna är satt inom det normala drifttillståndet och borde flyttas.

I Mörrum finns det behov av tydligare riktlinjer för larmhanteringen. För att definiera upp en struktur runt larmarbetet. Tidigare larmarbeten på mörrum har haft skiftande resultat och rutiner kring dessa bör skapas. Övervakning kring larmsituationen för att hålla en god nivå är också viktigt.

Larmdefinitionen på bruket är inte enhetlig och bör styras upp. Prioriteterna, A- och B-larm, har skiftning i betydelse beroende på vem på bruket som frågas. Ett förtydligande av dessa bör också göras.

Larmtopplistorna för de olika avdelningarna visar att de tio mest frekventa felen står för ungefär 50 % av larmtillfällena. Genom att förbättra konfigurationen för de frekventa larmen kan den totala larmfrekvensen minska drastiskt.

3.1 Intervjuer med drifttekniker

Driftteknikerna har ansvaret att driften fungerar, därmed har de även ansvar över styrsystemet och larmen. Även om de har hjälp av olika specialister, som exempelvis systemteknikerna för styrsystemet och larmen, så är det driftteknikernas ansvar och därför har de intervjuats.

Samtliga intervjuade anser att operatörerna får mycket larm. De onödiga larmen borde tas bort och det görs i viss mån, men osäkerheten i risken borttagandet av larpunkter förhindrar den. En drifttekniker anger att larmgräns flyttas istället för att ta bort larpunkter och därmed minska larmfrekvensen.

4 Utförande

4.1 Översynen

Översynen av larmsystemet genomfördes i en liten arbetsgrupp på kausticeringsavdelningen i enlighet med PD504. Gruppen bestod av två operatörer, en drifttekniker och en systemtekniker, även jag ingick i gruppen.

4.1.1 Risker på kausticeringsavdelningen

I kausticeringsprocessen förekommer starka kemikalier, om en människa utsätts för dessa medför det allvarliga skador, exempelvis frätskador i ansiktet och på huden. En av operatörerna ingående i gruppen för larmöversyn blev rejält svedd på armar och händer vid rensning av ett transportband.

Vanligaste risken är produktionstopp eller produktionstapp som leder till ekonomiska förluster. Larmöversyn fick exempelvis flyttas för att operatörerna var tvungna att lösa aktuella problem med att omröraren i kalksläckaren gått sönder.

Det existerar en risk med en ickeeffektiv manövrering av avdelning leder till mer energi än nödvändigt används för återvinningen av kokkemikalierna, vilket ger lägre lönsamhet. Om avskiljningen av processfrämmande ämnen, bland annat aluminium och kisel, inte fungerar så ökar energiförbrukningen vid fliskokningen. Ett annat exempel är att kalken blir hårt bränd, vilket medför att släckningen av kalken tar avsevärt längre tid.

I och med de höga temperaturer och tryck i produktionen finns en risk att personal skadar sig allvarligt. Den höga automationsgraden minskar tiden personalen befinner sig i närheten av potentiellt farlig utrustning, därmed minskar också risken för skador. Risken är som störst vid reparationer och underhållsarbete.

I fabriker med starka kemikalier finns det risk för miljöskador. Svensk lag kräver att rökgasrena från mesaugnarna renas, så att inte människa eller miljö tar skada.

Beläggning av kokkemikalier bildas på olika ställen i kausticeringen dessa måste tvättas bort med syra. Vid tvätten bildas den starkt giftiga gasen svavelväte, därmed utgör tvätten en säkerhetsrisk för personal.

4.1.2 Genomförande

På första mötet presenterades problematiken med larmen, larmpunktslistan och det tänkta arbetssättet. Den andra delen av mötet behandlade mer konkret hur operatörerna skulle utföra kategoriseringen av larmen. Larmen för avdelning av uppdelade i grupper per flödesschema och märkta på varje flödesschema, för att underlätta för operatörerna att genomföra översynen. För att skapa mer intresse hölls en öppen dialog under mötet.

Inför första mötet sorterades larmen per processtation och märktes ut på flödesscheman. Aktuell larmlista skrevs ut och statistik togs fram. Statistik över larmen togs också fram ur databasen med larmhändelser, datan från databasen rensades från händelser av återgång till

normaltillstånd och grafiska diagram skrevs ut för att göra informationen mer tydlig. Exempelvis så gjordes trendkurvor för enskilda larm mycket aktiva larpunkter och tårtdiagram för larmtopplistor.

Första översynsmötet är inte till för att diskutera enskilda larm utan att starta gruppen på sitt arbete. Oundvikligen kommer enskilda larm statuera exempel för hur översynen ska gå till, men de ska inte ta över mötet.

Mötets fokus var att förbättra operatörernas gränssnitt och därmed förbättra deras arbetssituation.

Materialet till mötet var processflödesscheman över kausticeringsavdelningen med larmen utmärkta, larpunktlistan över kausticeringen samt statistik för att belysa läget. I arbetet ska tydligt belysas problemet, målet och vägen dit. Det ökar sannolikheten att gruppens medlemmar jobbar åt samma håll.

Mötetiden på första mötet var lite kort för att operatörerna skulle hinna bli insatta i sina arbetsuppgifter, därför tog jag ett extra möte med dem. På det mötet hade de tillfälle att ställa frågor och jag kunde också återkoppla vad de hade gjort.

Möte två var en nystart operatörerna behövde lite stöd för att komma igång. Mötet var med mig och operatörerna. Och gick enligt plan

4.2 PD504

PD504 är ett dokument som definierar vilken larmstrategi som ska råda på Södra Cell Mörrum och hur en larmöversyn ska fungera. Dokumentet som skapades under examensarbetets gång finns som bilaga i Appendix D. I skapandet av den nya PD504 utgick jag från ett äldre Mörrums dokument avseende larm, litteratur om larmhantering samt regler och lagar. Det tidigare dokumentet på Mörrum beskriver kort hur larmen ska uppmärksamma operatören och en tabell över vilka signaler i styrsystemet som ger upphov till A-larm, B-larm respektive händelse.

Larmstrategin har anpassats till förutsättningar som erbjuds på Mörrum. Det finns ett antal lagar och regler som styr över massatillverkning. Sodapannan kan orsaka stor skada genom att den exploderar. Sodapannans förbränning sker i en syrefattigmiljö, om vattenrören som utgör reaktorns vägg börjar läcka in kommer syret i vattnet orsaka en explosion. Sodahuskommittén har bildats som ett branschorgan för att säkerställa driften av sodapannor. I ”Meddelande från Sodahuskommittén” Nr B 14 ger kommittén rekommendationer angående larm och indikeringar. Rekommendationerna säger att fyra nivåer av larm är lämpligt. Den högsta larmnivån är farolarm och bör presenteras på särskilt avsedd larmlista. Farolarmen utgörs av händelser som innebär en direkt risk för personfara. A-larm ska ges vid allvarliga driftavvikelse och visas utanför bildskärmen

I första delen tas larmstrategin upp. Larm definieras i enlighet med EEMUA:s beskrivning som en onormal händelse eller driftavvikelse som leder till någon form av åtgärd.

Larmen delas upp i 4 allvarlighetsnivåer:

- Farolarm Brandlarm, gaslarm, sodahuslarm
- Övriga personsäkerhetslarm Nödduschar, hissar, etc.
- A-larm Processlarm; allvarlig händelse eller driftavvikelse
- B-larm Varningslarm; mindre allvarliga processlarm

För att få ett effektivare arbete med larpunktslistan infördes orsakskategorier för larmen. Meningen är att de som arbetar med listan ska sätta larmet i en kategori och lägga till en kort text om orsaken till larmet. Orsakskategorierna finns i Appendix D.

Arbetsgången i larmöversynen är en anpassning av metoder i litteraturen till förutsättningarna som finns i mörrum. Ansvarig för arbetet blir drifttekniker, eftersom han är ansvarig för driften av sin del av anläggningen. Det är meningen att han är pådrivande för att arbetet genomförs. Operatörerna går igenom data och komplimenterar med ytterligare uppgifter. Till operatörernas och driftteknikerns hjälp finns i gruppen en systemtekniker, som även är de som konfigurerar larmen i styrsystemet.

I PD504 är också beskrivet vad som ska ingå i larpunktslistan. Larpunktslistan som är ett helt nytt dokument ska användas för att dokumentera och hålla reda på befintliga larm i styrsystemet. Målet med larpunktslistan är en enkel och lättöverblickbar lista, så att arbetet med larmöversyn och larmhantering förenklas.

Undertryckning av larm och ansvarig för larmen definieras också i dokumentet.

4.3 Larm i undersökningen

I anläggning finns det en rad olika utrustningar som kan larma, i studien har signaler från analogvärdes-, digitalvärdesgivare och PID-regulatorer tagits med. Dessa utgör merparten av dem larm som kommer till operatörerna och därför har denna begränsning en mindre betydelse för resultatet. För att utrustning ska kunna larma måste det vara ett objekt i ABB:s 800xA system. I Appendix C finns en förteckning över de objekt som skickar eller tar emot signaler. Andra enhet som kan larma är exempelvis motorer, ventiler och sekvenser.

4.4 Larpunktslistan

Efter problemställningen är uppställd bör en inventering av larmen göras. Listan ska fungera som dokumentation och ska uppdateras fortlöpande, idén med den är att det enkelt ska gå att få en bild av hur larmen är konfigurerade. Idén med inventeringen är kategorisera larmen, därmed göra det enkelt att förändra larmen.

Det finns inget verktyg i ABB:s styrsystem för att dokumentera aktuella larpunkter. Därför användes Data Bulk Manager till att hämta data från styrsystemet till ett exceldokument. Verket är främst tänkt att användas för att ändra större mängder data, genom att hämta, redigera och skicka tillbaka den till systemet. Rådatan är ickefunktionell

att arbeta med, därför skapade jag ett antal VB-skript som sorterar ut aktiva larmpunkter och formaterar om datan så den blir läsvänlig. Det brukar vara problem att hålla informationen aktuell och riktig om den måste matas in manuellt. Därför byggs markona i larmpunktslistan, så att den gällande dokumentet kan jämföras med styrsystemets nuvarande konfiguration. I en sådan jämförelse sparas både den gamla och nya datan om larmen och för att enkelt hitta i dokumentet färgmarkerar makrot de rader som innehåller förändringar.

Makrot är byggt för att kunna användas av de som ingår i larmöversynsgruppen, eftersom de inte kommer använda filerna regelbundet är en instruktion skriven och testad av personal på Mörrum.

Larmpunktslistan innehåller data om varje larm dels den som hämtas från styrsystemet. Data som kommer från styrsystemet är kretsnummer, beskrivning, mätenhet, mätområde och larmgräns för analoga signaler samt larmets prioritet skrivs automatiskt in i larmpunktslistan.

Resterande data matas in för hand. Larm måste delas in efter att de extraherats från styrsystemet, eftersom extrahering per processtation och därmed innehåller ett par hundra larm. Indelning sker i flödesschematillhörighet och matas in i processsystemfältet. Orsaken till larmet ska definieras av användaren för att berättiga larmet. Orsaken utgör också ett stöd i beslutsprocessen för processansvariga och sakkunniga. För att ytterligare berättiga larmet ska en åtgärd definieras. I enlighet med teorikapitlet ska åtgärden vara en handling som ska utföras av operatören, annars riskeras att relevans i larmen minskar. I vissa situationer behövs en snäv larmgräns, signalen som triggar larmet kan då filteras. Den informationen presenteras i larmbehandlingsfältet.

Eftersom larmpunktslistorna in kommer uppdateras med hög frekvens gjordes en instruktion till personalen.

4.5 Larmtopplistorna

Under examensarbetet har jag undersökt larmtopplistorna, det är intressant att se dels vilka avdelningar som larmar mycket dels om det går att minska larmmängden.

Kombinationen av larmlistan och larmtopplistan kan uppdaga om flera larm kommer på samma händelse och därmed kan tas bort. När larm ändras måste säkerheten bevaras, därför föregicks varje förändring av en analys om och hur ändringen påverkar systemet. Först måste redas ut vilken processparameter som mäts och av vilken anledning, därefter undersöks om parametern finns representerad i operatörsgrafiken eller om den ingår i styrautomatiken.

En genomgång av larmtopplistorna visade att det fanns enkla åtgärder för att minska larmen.

Larmet för LS740313.HÖG togs bort, värdet på signalen ingår i en sekvens och är värdet för högt kommer sekvensen stanna. När sekvensen stannar larmar den för lång körtid och operatör får genom att kolla sekvenslarmet reda på att värdet på LS740313.HÖG är för högt.

Både QI680002.HNV och QC670707.IND visas inte i någon operatörsbild och saknar funktion, de larmen tas därför bort.

Dessutom sattes 127 sekunder larmfördröjning på QI680002.MV för att minska larmfrekvens från signalen.

5 Resultat

5.1 Larmöversynen

Inom ramen för examensarbetet skulle en arbetsrutin för larmöversyner utarbetas och verifieras. Larmöversynsgruppen hölls liten för att den skulle få lättare att sammanträda och komma till beslut. Larmarbete är byråkratiskt med anledning av riskerna förenat med det, därför är det intelligent att inte införa ytterligare moment som kan sakta arbetet. Om gruppen behöver tillgång till mer resurser kan dessa tillfälligt lånas in. Gruppen med driftteknikern, de två operatörerna och systemtekniker har kompetens att lösa de flesta frågeställningar.

Operatörerna som var med och genomförde larmöversynen på kausticeringsavdelning, var ibland de yngre på avdelningen. Det medförde att de saknade en del rutin som en äldre operatör besitter. I arbetet måste de lägga ner mer tid, för att reda ut orsaken och åtgärderna till larmen. Operatörerna uppfattade arbetet som positivt och lärorikt, det gav dem möjlighet att sätta sig djupare in i funktioner på avdelningen.

Innan examensarbete fanns det ingen lista med aktuella larpunkter på bruket och inte heller vad som orsakar larmen eller vilka åtgärder som bör vidtas vid larm. Det råder larmöversynsarbetet bot på. Översynen ger ett dokument som är enkelt att arbeta med. Dokumentet är enkelt att uppdatera och att verifiera att datan stämmer.

En positiv effekt av genomgången var att larpunkterna ifrågasattes, därmed kunde förändras och bidra till bättre larmsituation. Den första genomgången av larpunkterna är egentligen bara till för att strukturera larmen.

Första mötet sträckte sig två timmar och gav en bra introduktion till larmhanteringen. Tiden kunde varit mer till tagen för att få igång operatörerna på sitt arbete. Det gjorde vi istället på möte två. Både på och efter mötet var inställning till larmöversynen positiv.

Till nästa möte beslutades att operatörerna skulle ta de preparerade larpunktlistorna och flödesscheman, för att fylla i dem till följande möte. Arbetet skulle ske under ordinarie arbetspass i manöverrummen, problemet med upplägget är att operatörerna blev störda av sina övriga uppgifter och att det därmed blir ofokuserad på arbetet med larmöversynen. Under ett uppföljningsmöte beslutades därför att översynen skulle ske på tid ej schemalagd till manöverrummen. Det medförde ett snabbare arbete, men operatörerna prioriterade inte uppgiften högst, vilket kan tyda på den inte är helt lätt att sätta sig in i. Operatörerna påpekade också att de inte kunde alla delar av processen för att göra en kvalificerad ifyllning av larpunktlistan.

Att operatörer från olika skift deltar i översynen har fördelen att de kan få hjälp av sina skiftkollegor, som de känner väl och därför blir steget mycket kort att fråga dem. På så vis får larmgruppen mer kompetens utan att bli större. En liten nackdel är svårigheten för operatörerna att sätta sig och jobba tillsammans under en dag, eftersom skiftschemat inte tillåter det.

Vid larmöversynen är det viktigt att avsätta tid till att fylla i syftet och åtgärden, så att larpunktlistan blir ett användbart dokument. Största delen av larpunktlistan i undersökning är bra i fylld. Kategoriförkortningen ska fyllas i syftesfältet, dessutom bör en kort text om felet skrivas i fältet. Texten är inte genomgående av samma goda kvalitet. Åtgärdsfältet ska innehålla den handling som ska vidtas när larmsignal kommer. Beskrivningen av åtgärden vinner mycket på att vara specifik och tydlig. Ett fel kan uppkomma av olika anledningar och därmed kan olika åtgärder behöva vidtas. Överlag fungerade larpunktlistan bra i larmöversynsarbetet, det är viktigt att operatörerna förstår hur listan fylls i. Slutsatsen är att det hade lönat sig om operatörerna gick igenom listorna en gång till och förbättrade beskrivningarna.

5.2 Larpunktlistan

Målet med larpunktlistan var att skapa en möjlighet att enkelt dokumentera fabriken larpunkter och dessutom lägga till information som motiverar att larpunkten ska existera. Samtidigt ska dokumentationen vara lätt generad och dokumentet enkelt att söka i och arbeta med. Genom att använda Data Bulk Manager och MS Excel kan mycket av informationsgenerationen automatiseras. Med dessa två verktyg öppnas också möjligheten att jämföra den aktuella dokumentationen med fabriken verkliga konfiguration.

Uppdateringsinstruktionen som skrevs till larpunktlistan verifierades, inte av en systemteknik utan av en inhyrd konsult. Konsultens kunskap inom det specifika området är mindre än systemteknikerna, vilket bör göra listan lättanvänd för systemteknikerna.

Larm redigerades, adderades och togs bort för att kunna verifiera att skriptet för jämförelse av aktuell larpunktlista och fabriken konfiguration fungerade. Resultat var tillfredställande och färgmarkeringarna uppmärksammade de larpunkter som förändrats.

5.3 Analys av larmstrategi

Det pågår en del inom området och ett utbyte av idéer mellan företag och olika industrier hade minskat kostnaden och fått fram bättre system snabbare. Cockpiten är ett speciellt kontrollrum på det sättet att larmen måste fungera på ett tillförlitligt sätt, industrin har helt enkelt inte råd med ett antal flygplanskrascher. I och med att det tillverkas många flygplan är utvecklingskostnaden för larmsystemet enklare att motivera. Kärnkraften är mycket konservativ på grund av de förödande konsekvenserna av en olycka. Pappersindustrin vill arbeta med problemet, men här vägs investeringen i larmsystemet mot andra investeringar och det är ofta svårt att bedöma nyttan av ett förbättrat larmsystem.

Läsning av litteratur och studiebesök har belyst några viktiga tankar i arbetet med larmhantering. En tydlig strategi behövs, mycket av larmhantering handlar om att hålla ordning på anläggnings larm och dess konfiguration. Kontinuitet främjas av att larmansvariga för varje avdelning utses. Sätt upp bestämda mål med larmhantering, vilket resultat förväntas av arbetet.

5.4 PD504

PD504 är antagit som dokumentet för Södras larmstrategi och är arkiverat i deras databassystem, Sicad. Dokumentet beskriver kort och konsist de delar som personalen på Mörrum ska arbeta med för att nå en bättre larmsituation.

5.5 Övriga resultat

Genomgång av aktuella larmlistor visar att arbete borde fokuseras för att minska dessa. Det kan göras på en rad vis. Ett rättframt sätt är att avgående operatör vid varje skiftöverlämning måste lämna över alla larm till pågående operatör. Därmed belyses alla larm i listan

I larmlistorna finns kvitterade larm som inte är operatörernas uppgift, utan ligger på underhållningsavdelningen. Utrustning i behov av underhåll skapar larm till operatörerna, men det ligger på underhållsavdelningen att åtgärda problemet. Operatörens uppgift är att meddela underhållsavdelning, därefter borde larmet döljas eller skickas till underhållsavdelningen. Bra kommunikation är viktig, för att vital utrustning snabbt ska få service.

Larmtopplistorna var intressanta att granska relativt enkla åtgärder får ner larmfrekvens drastiskt hos operatörerna. På de operatörsområden som är undersökta, så står de 10 mest frekventa larmen för mer än 50 % av den totala larmfrekvensen. Under arbetet med topplistorna hittades en rad förbättringar exempelvis bytes en digital vakt ut mot en analog givare, snarlika larm kunde tas bort och tidfördröjning infördes på andra larm. På så vis kunde den totala larmfrekvensen minska.

6 Slutsatser

Absolut viktigaste tanke under arbete med larm är att veta larmets syfte. Larmen är till för att underlätta operatörens arbetssituation och är ett av hans verktyg för att styra fabriken. Ibland glöms det och larmen utformas enbart efter utrustningens tekniska begränsning.

Den teknikutvecklingen och den ökade automationen medför mer komplexa system, vilket gör det ännu viktigare att sätta operatören i centrum för larmarbetet.

Metoderna som arbetats fram för larmhantering finns beskrivna i PD504. Under framtagningen av metoden framkom fördelar med enkla arbetsrutiner, som lättheten för larmgruppen att sätta sig in i dem. Det första som bör göras för en bättre larmmiljö är en analys av larmsituationen och en strategi för larmen.

I analysen av larmsituationen ingår statistisk mätning av larmfrekvens, intervjuer med operatörer, larmansvariga och larmkonfiguratorer. Syftet med analysen är att få en bild av vilka problem som finns med larmen och hur de enklast åtgärdas. Analysen bör också ge svar på hur operatörerna ser på larmen. I arbetet sågs att olika operatörer ser olika på larmen och att även om larmprioriteringen fungerar till allra största del, så bortser operatörerna ibland från prioritering. Det visar svårigheten med att sätta korrekt prioritering på ett larm. Med färre antal prioritetsnivåer är det enklare larmen får rätt inbördes rangordning.

En otydlig larmdefinition och dålig konfiguration av larm ökar operatörens misstro mot systemet och medför att operatörer rutinmässigt kvitterar larm.

Larmanalysen bör visa larmfrekvens och om det finns förekomst av larmkaskader. Andel tysta larm är också intressant, eftersom dessa larm skall konfigureras om eller tas bort.

Analysen av larmen bör efterföljas av uppförandet av en strategi för larmhantering. I strategin utformas arbets sätt och definitioner definieras. Exempelvis ska larm, olika larmprioriteringsnivåer och roller i larmarbetet vara definierade. Då larmarbetet oftast är omfattande är det lämpligt att allokera en grupp för ändamålet som kan fokusera på uppsatta mål.

En god larmhantering leder till större kunskap om fabriken och en möjlighet att optimera fabriken mer.

I efterhand visade sig att tydligare mål med larmarbete borde utformats. Själva arbetets utformning fungerade bra, men mätbara mål i form av minskad larmfrekvens eller mindre larm vid larmkaskader saknades.

Larminventeringen tjänar syftet att få överblick över alla larpunkter. Vid larminventering som gjordes på bruket i Mörrum, rättfärdigades varje larm. Det tvingar larminventerarna att motiverar varför ett larm ska existera. Här kunde vi varit ännu tuffare och krävt tydligare och bättre inmatning i larpunktlistan

Efter larminventeringen sätter arbetet med att förbättra larmen. Metoderna beskrivs i texten ovan. Kontinuerliga mätningar bör göras för att kontrollera att larmsituationen förbättras och sedan hålls på en god nivå. Listan med larpunkter bör också uppdateras regelbundet, så att den är användbar i arbetet med larmen.

Det jag har sett under mitt examensarbete är att om operatörerna och annan personal är mer delaktiga i arbetet med larmhantering, så är de också mer intresserade av förändring.

Förutom larmarbetet har examensarbetet också inneburit en rejäl inblick i massindustrin och dess förutsättningar.

Mer avancerade larmsystem kostar att utforma och underhålla. Därför är det intressant att analys för att minska komplexiteten, minska kostnaderna och öka användarvänligheten. Viktigt när systemet förenklas är att funktionen inte tappas; att systemet på bästa sätt hjälper operatören styra anläggningen.

Kostnaden för att förhindra att fel uppstår kan vara större än att åtgärda felet när det uppstår. En anledning till att inte bygga stora system i onödan.

Att det med ganska enkla metoder går att åtgärda problem för Tio-i-topp larmen på anläggningen i Mörrum tyder på att en hel del kan göras för att bättra larmsituationen.

Ett förslag som kan öka optimeringen, men inte öka larmfrekvens i stressiga situationer är att det finns lågprioritetslarm eller händelser som bara syns när frekvensen av de övriga larmen är låg. När larmfrekvens höjs stängs lågprioritetslarmen av, så att operatören kan koncentrera sig på de mer hög prioriterade larmen. Fördelen med dessa lågprioriterade larm är att de hjälper operatören att finkalibrerar produktionen och därmed öka lönsamheten.

Källhänvisning

- [1] EEMUA, *Alarm Systems: A guide to Design, Management and Procurement*, Publication No 191 Edition 2, Eastbourne: CPI Antony Rowe. 2007
- [2] Skogsindustrins Utbildning I Markaryd AB, *Vitlutheredning*, Markaryd: Markaryds Grafiska AB, 1997
- [3] Södra, *Massans väg*, Mörrum: Södra
- [4] Anna Thunberg, *A Cognitive Approach to the Design of Alarm Systems for Nuclear Power Plant Control Rooms*, Göteborg: Chalmers Reproservice. 2006
- [5] J. Ahnlund, T. Bergquist, M. Råberg, *Larmsanering med generella metoder*, <http://www.varmeforsk.se/reports?action=show&id=1550>
- [6] GoalArt, *A small Book on Alarms*, Lund: GoalArt, 2008
- [7] Intervju med ABB, H Lundqvist och P. Andel, Göteborg, 2009-10-21

Appendix A

Tekniker för att generera larm.

Absolutvärdeslarm:

Ett analogt värde passar en definierad larmgräns.

Digitala mönster larm:

Larm som genereras vid specifika mönster i digitala signaler.

Beräknade larm:

Larm som genereras i mjukvara, exempelvis fel i sekvens eller effektivitetsberäkningar.

Deviationslarm:

Genererar larm när två analoga värden skiljer sig för mycket, typiskt en reglerad variabel mot sitt börvärde.

Diskrepanslarm:

Larmar om det finns en skillnad mellan det förväntade tillståndet i anläggningen och det verkliga. Dessa larm används ofta för ställdon, exempelvis undersöka om en ventil ligger i rätt läge.

Taktändringslarm:

Larm genereras när ökningstakten eller minskningstakten på ett analogt värde överstiger definierade gräns.

Batch larm:

Larm som aktiveras av olika tillstånd i anläggningen, typiskt av någon sekvensreglering.

Adaptiva larm:

Triggas på samma sätt som taktändringslarm eller deviationslarm, men bara om den analoga signalen ligger utanför en absolutvärdesgräns.

Operatörssatta larm:

Larm som operatören sätter själv för att förenkla sin körning av anläggningen.

Återutlösande larm:

Larm som automatiskt larmar om operatören ligger ett visst tillstånd. Exempelvis om ett flöde har larmat högt, men fortsätter att stiga, då kan larmet triggas med jämna intervaller även efter första larmgränsen.

Statistiska larm:

Genereras av statistiska beräkningar för att filtrera ut tydliga förändringar från processbrus.

Första larms indikering:

Logik som beräknar vilket larm som kommer först vid larmkaskader.

operatörsområde ok.nr	Beskrivning	Larm-prio	Mät-gräns område	Rev.datum		Syfte, kod för kategori P=Prod.stopp, F=Förregling SP=Säkerhet person, SA=Säkerhet anl. K=Kvalitet, M=Miljö, E=Ekonomi
				Sign	Rev.sign	

färgkodning; grönt = oförändrat, grönt = Nytt larm, rött = borttaget larm, gult = förändrat larm i gällande lista, blått = förändrat larm utaget ur styrsystemet

Appendix C

Larmhantering från Objekttyperna

AI

Analog In – ger under normal drift ifrån sig ett numeriskt mätvärde.

För att övervaka processen kan gränser sättas, där det larmar att värdet är på fel sida gränsen. I

AI kan det sättas två stycken höga gränser och två låga.

A-larm när mätvärdet är över hög nivå 2 (H2) eller under låg nivå 2 (L2)

B-larm när mätvärdet är över hög nivå 1 (H1) eller under låg nivå 1 (L1)

Gränserna sätts i variabelerna: HI_LIM1, HI_LIM2, LO_LIM1, LO_LIM2.

Hur systemet agerar, när en gräns överskrids bestäms i variablerna: LIM1_TREAT och

LIM2_TREAT. Normalt är LIM1_TREAT B-larm och LIM2_TREAT A-larm.

Ett AI-objekt larmar med A-larm på AI-fel, hårdvarufel och om signalen är under 2,4 mA.

Signal över 20,48 mA ger röd färg i operatörsgränssnittet, men ger inget larm.

AIC

Analog In Calculated – lagrar ett beräkningsresultat som objektet kan skicka vidare.

För att övervaka processen kan gränser sättas, där det larmar att värdet är på fel sida gränsen. I

AIC kan det sättas två stycken höga gränser och två låga.

A-larm när mätvärdet är över hög nivå 2 (H2) eller under låg nivå 2 (L2)

B-larm när mätvärdet är över hög nivå 1 (H1) eller under låg nivå 1 (L1)

Gränserna sätts i variabelerna: HI_LIM1, HI_LIM2, LO_LIM1, LO_LIM2.

Hur systemet agerar, när en gräns överskrids bestäms i variablerna: LIM1_TREAT och

LIM2_TREAT. Normalt är LIM1_TREAT B-larm och LIM2_TREAT A-larm.

AO

Analog Out – skickar ett börvärde till ställdon.

Objektet ger A-larm vid hårdvarufel, vilket innebär att kretskortet felar.

AOC

Analog Out Calculated – används för att lagra ett värde. AOC kan inte skicka några värden till ställdon, för detta krävs ett AO-objekt.

Objektet har ingen larmmöjlighet.

DI

Digital In – hämtar en mätsignal från processen, som antingen har värdet sant eller falskt.

Larmar på variabeln VALUE. Om larmet är A-larm, B-larm eller en händelse bestäms i variabeln VALUE_TREAT.

Objektet ger A-larm vid hårdvarufel, vilket innebär att kretskortet felar.

DIC

Digital In Calculated – lagrar ett beräkningsresultat som objektet kan skicka ifrån sig.

Larmar på variabeln VALUE. Om larmet är A-larm, B-larm eller en händelse bestäms i variabeln VALUE_TREAT.

DO

Digital Out – skickar ut en signal till processen.

Objektet ger A-larm vid hårdvarufel, vilket innebär att kretskortet felar.

DO

Digital Out Calculated – lagrar ett värde som matats in manuellt eller beräknats. DOC kan inte skicka några värden till ställdon, för detta krävs ett DO-objekt.

Objektet har ingen larmmöjlighet.

MOTCON

Motor Controller – objektet styr motorerna ute i anläggningen.

Motcon skickar A-larm och händelser till operatören, inte B-larm.

Objektet larmar på följande fel:

- Elfel
- Termisk utlöst
- Huvudkontaktor
- Säkerhetsvakt
- Stopp motorplats
- Varvvakt 1
- Varvvakt 2
- Hög temperatur motor

MANSTN

Manuell station – används istället för att styra processparametrarna med en regulator. Hämtar mätvärde från processen. Manstn larm enligt nedan:

A-larm, när mätvärdet är över hög nivå 2 (H2) eller under låg nivå 2 (L2)

B-larm, när mätvärdet är över hög nivå 1 (H1) eller under låg nivå 1 (L1)

GENCON

General Controller – En PI-regulator som hämtar mätvärde (ärvärdet) och önskat värde (börvärde). Från dessa beräknas signal som skickas till ett ställdon, för att uppnå önskat värde.

Gencon kan larma på två höga nivåer (H1, H2), två låga nivåer (L1, L2) och avvikelse från börvärde. Gencon larmar alltid med B-larm (ALARM_TREAT = 32).

PIDCON

PID Controller – hämtar ett mätvärde (ärvärde) och önskat värde (börvärde). Från dessa beräknas signal som skickas till ett ställdon, för att uppnå önskat värde.

PIDCON kan larma på två höga nivåer, ett A-larm och ett B-larm. På samma sätt kan objektet också larma på två låga nivåer.

Avvikelse mellan börvärde och ärvärde kan också larma, objekt skickar då ett B-larm.

PIDCONA

PID Controller – fungerar på samma sätt som PIDCON med den skillnad att reglerparametrarna ändras under drift för att optimera regulatorn och möjligheten att autojustera reglerparametrarna.

PIDCON kan larma på två höga nivåer, ett A-larm och ett B-larm. På samma sätt kan objektet också larma på två låga nivåer.

Avvikelse mellan börvärde och ärvärde kan också larma, objekt skickar då ett B-larm.

Kvotstation

Arbetar tillsammans med en regulator, exempelvis PIDCON, Kvotstationen larmgränser, men normalt larmar regulatorobjektet istället.

A-larm, när mätvärdet är över hög nivå 2 (H2) eller under låg nivå 2 (L2)

B-larm, när mätvärdet är över hög nivå 1 (H1) eller under låg nivå 1 (L1)

SEQ

Sequence Control – används för att göra automatiska scheman för arbetsprocesser i anläggningen.

Objektet kan larma på Sequence Time Out (för lång gångtid i sekvens), Step Time Out (för lång gångtid i steget) och Jump Error (fel i hoppet mellan stegen)

GROUP

Group – används för att gruppstarta eller gruppstoppa motorer, ventiler eller andra ställdon.

Objektet kan larma på TO seq, TO step och Fault 3-5.

Group ger ifrån sig B-larm på I1_TR och händelse på ORD_TR och GEN_TR.

VALVECON

Valve Controller – används för att kontrollera ventiler som har två lägen: öppen och stängd.

När ventilen öppnas eller stängs mäts gångtiden, blir den för lång så larmar objektet att ventilen inte är i önskat läge.

VALVECON skickar B-larm

Det finns ytterligare objektstyper som larmar, men de ovan täcker in den absoluta merparten av alla larm som operatörerna får.

Appendix D, Larmhantering

Larmstrategi

Larm används för att uppmärksamma berörd personal om en onormal händelse eller driftavvikelse som föranleder någon form av åtgärd. Följande grundprinciper ska gälla:

- Varje larm som presenteras ska vara användbart och relevant för operatören
- Varje larm ska kräva en definierad åtgärd från operatörens sida
- Det ska finnas tillräckligt med tid för att operatören ska kunna utföra den definierade åtgärden
- Larmsystemet ska ta nödvändig hänsyn till människans begränsningar

Utformning följer i stort SSG 5264, och de standarder denna hänvisar till, men med nedanstående lokal anpassning.

Larm är på Södra Cell Mörrum uppdelade i 4 allvarlighetsnivåer:

Farolarm	Brandlarm, gaslarm, sodahuslarm
Övriga personsäkerhetslarm	Nödduschar, hissar mm
A-larm	Processlarm, allvarlig händelse eller driftavvikelse
B-larm	Varningslarm, mindre allvarliga processlarm

För varje larm som projekteras ska syfte och åtgärd dokumenteras i en ”larpunktlista”. Syfte dokumenteras genom att larret ges en kod för kategori enligt nedan med en kort beskrivning och åtgärd beskrivs verbalt. Om larret bara kräver åtgärd i vissa driftlägen ska detta anges. Det ska även i framgå vem som är larmmottagare.

Kategorikoder för syfte: P = Prod.stopp, F = Förregling, SP = Säkerhet person, SA = Säkerhet anl., K = Kvalitet, M = Miljö, E = Ekonomi

Det är av stort vikt att larmhanteringen för process och varningslarm ges tillräckligt fokus i projekteringen och att en stor restriktion råder vid definiering av larpunkter så att larmfrekvensen inte blir större än att operatören hinner utföra de åtgärder som krävs. Det också viktigt att larmgränserna sätts så att de inte ger onödiga larm.

Processlarm bör undertryckas i de driftlägen då ingen åtgärd krävs liksom när de är en följd av en situation som operatören initierat och i detta läge inte ger operatören ytterligare information. Larm som är en följd av annan larmande händelse bör också undertryckas så att rotorsaken till driftavvikelsen klart framgår.

Beslut om införande av ett processlarm tas av drifttekniker som även tillser att syfte, åtgärd och larmmottagare definieras. Genomförande och dokumentation sker av systemtekniker. I projekt sker införande av larm med ansvar enligt beslutad projektorganisation.

Appendix D, Larmhantering

För att vidmakthålla en god larmsituation ska även en regelbunden larmöversyn genomföras under hela anläggningens livstid liksom en mätning av larmsystemets prestanda.

Översyn processlarm

Roller

- Drifttekniker har huvudansvaret för att processlarmen är rätt definierade och beslutar om förändringar
- Operatör har i uppgift att identifiera problem i larmmiljön och komma med förslag på förändringar och synpunkter
- Systemtekniker har i uppgift att utföra förändringar av larm

Arbetsätt

Drifttekniker sammankallar en grupp bestående av ovanstående roller regelbundet (vart annat år) eller vid behov av en larmöversyn. En el/instrumenttekniker kan vara adjungerad till gruppen.

- Larpunktlistan jämförs med aktuell konfiguration uttagen från systemet och avvikelser hanteras.
- Uppkomna behov av förändringar och statistik från mätningar enligt nedan analyseras.
- Larm som uppkommer av problematiska och felaktiga utrustningar, dålig automation eller besvärliga driftsituationer identifieras för att i första hand åtgärda grundproblemen.
- Larmgränser ses över för att säkerställa att larm verkligen kommer då operatören behöver ingripa, men även för att inga onödiga larm ska uppträda.
- Möjligheten att införa filtrering (tid, hysteres, medelvärde), undertryckning (följdfels och repeterfelsblockering), följd-felsblockering och gruppering av larm utvärderas.
- Beslut tas om förändringar, dokumentationen uppdateras och förändringen genomförs.

Mätning

Prestanda ska mätas i larmsystemet

- Larmfrekvens i relation till berörd avdelnings produktionstakt och driftläge
Om frekvensen har ökat behöver en larmöversyn göras
- De 10 vanligaste larmens andel av den totala larmmängden
Om denna andel ökat så föranleder detta att åtgärder vidtas

Appendix D, Larmhantering

- Antal larm vid olika driftlägen såsom uppstart, nedkörning och planerat stopp
- Antal larm i larmlistan som funktion av tiden
- Återgångstid till normaltillstånd
Tiden som larmpunkten befinner sig i larmtillstånd
- Trendkurva över enskilt larm

Det ska mätas regelbundet och sparas i 2 år.

Dokumentation processlarm

Fellarm från standardutrustning och typobjekt i styrsystemet finns beskrivna i ett separat dokument och ingår inte i nedanstående larmpunktslista.

Larmpunktslistan ska finnas för varje operatörsområde (varje larmmottagare) och ska innehålla alla larmpunkter med följande uppgifter:

- Kretsnummer, beskrivning och processsystem
- Mätenhet, område och larmgräns för analog signal
- Larmprioritet (A eller B) samt om det är låg eller hög-larm
- Syfte med kod och text
- Åtgärd
- Larmbehandling (Filtrering, undertryckning, följdfeelsblockering osv)

Appendix E



Funktionsbeskrivning
2009-09-11

17 (180)

2.3 63C0203 Flöde NaOH till hydrosulfitanl

Funktion	<p>Mäter och reglerar flödet av NaOH till hydrosulfitrigg 1 med varvtalsstyrd doserpump 63M0036.</p> <p>Kretsen är knuten till 63C0239 produktionsinställning, 63C0210 begränsningsregulator.</p>
Mätområde	0 – 4 l/min
Larm/Varning:	Larm lågt flöde blockeras av att pump 63M0036 inte har drift tillstånd, frisläppning av larm är tidsfördröjt med 10 sekunder.
HH	
H	
L	< 0,4 l/min
LL	0,4 l/min
Förreglar annan krets	När doseringstillstånd för NaOH föreligger frigivs sekvenserna 63E0364 drift rigg 1, 63E0365 kortstopp rigg 1, 63E0366 säkerhetsdrift rigg 1 och 63E0367 långstopp rigg 1.
Förreglas av annan krets	<p>Vid ej drift av rigg 2 och ej drift (kontaktor från och ej driftsignal från frekvensomformare NaOHpump 63M0036) och inte lågt tryck cirkulationsledning 63C0209.</p> <p>Eller</p> <p>Långstopp rigg 2, 63E0367, i sekvenssteg 3.</p> <p>Eller</p> <p>Säkerhetsdrift rigg 2, 63E0366, i sekvenssteg 3.</p> <p>Eller</p> <p>Nödstopp 63E0228 utlöst</p> <p>Förreglas utsignal till frekvensomformare 63M0036 i fryst läge.</p> <p>Frigivning av utsignal till frekvensomformare 63M0036 är tidsfördröjd 60 sekunder</p>
Regulator/Process	<p>PI-regulator med kvotinställning för externt kapacitetsbörvärde från produktionsinställningskrets 63C0239.</p> <p>Utsignalen från regulatorn till frekvensomformaren går via en trepunkts kurvbildare för inställning av pumpens min, mittpunkt och max varvtal.</p> <p>När utsignalen förreglas i fryst läge ställs regulatorns utgång till "manuell" och "tracking" av den manuella utsignalen.</p> <p>Utsignalen från regulatorn är via en max.väljare för samtliga kemikaliereregulatorers utsignaler kopplad till</p>