

SMURFIT KAPPA PITEÅ

Sodahuscertifiering

Projektarbete -
Optimering av matarvattenreglering

Patrik Österlund

Tomas Lundberg

2015-11-20

Handledare: Urban Lundmark

Innehållsförteckning

Förord	3
1 Inledning	4
1.1 Bakgrund	4
1.2 Syfte	4
1.3 Mål.....	4
1.4 Hypotes	4
2 Plan.....	5
2.1 Metod	5
2.2 Projektplan	5
2.3 Hjälpresurser	5
2.4 Frågeställningar.....	5
2.4.1 Varför har man valt 5bars difftryck över matarvattenventilen?.....	5
2.4.2 Klarar frekvensomriktaren av att sköta regleringen?	5
2.4.3 Hur mycket slitage är det i dagsläget på matarvattenventilen?	6
2.4.4 Hur ofta underhålls matarvattenventilen?	6
2.4.5 Behövs det andra reglerparametrar för turbinmavapumpen?.....	6
3 Teoretisk beräkning av effektförbrukning	6
4 Matarvattenreglering.....	8
4.1 Matarvattenventil	8
4.2 Domnivå	9
4.3 Difftryck	9
4.4 Reglering	9
4.5 Matarvattenpump	9
4.6 Riskanalys	10
5 Förslag på en annan lösning	11
6 Försökskörningar	12
7 Slutlig lösning.....	13
8 Resultat.....	15
9 Reflektion.....	16
10 Bilaga 1.....	17
11 Bilaga 2.....	18

Förord

Projektarbetet är utfört vid Smurfit Kappa i Piteå. Arbetet är avlagt av Patrik Österlund och Tomas Lundberg, operatörer sodapannan.

Bakgrunden till projektarbetet är att matarvattnet till sodapannan styrs av två stycken reglerparametrar, frekvensregleringen av matarvattenpumpen och öppningsgraden av reglerventilen. Arbetet gick ut på att undersöka möjligheterna att sänka energiförbrukningen och slitaget över matarvattenventilen, genom att låta frekvensomriktaren reglera på matarvattenpumpen och direkt styra nivån i ångdomen. Detta genom att sänka difftrycket som finns över reglerventilen.

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Idag fungerar matarvattenregleringen med två stycken huvudsakliga reglerparametrar. Frekvensregleringen av matarvattenpumpen och öppningsgraden av reglerventilen. Regleringen strävar idag efter att hålla 5bars difftryck över reglerventilen. I dagens läge finns det inte något problem med regleringen utan Smurfit Kappa strävar alltid efter ständiga förbättringar. Detta projekt är en viktig del av detta.

1.2 Syfte

Undersöka riskerna och utvärdera ett förändrat körsätt av matarvattenregleringen till sodapannan.

1.3 Mål

Målet med projektet är att utvärdera om det är möjligt att energioptimera, genom att minska energiförbrukningen av matarvattnet till sodapannan. Detta med att sänka differenstrycket över matarvattenventilen och låta frekvensomriktaren på matarvattenpumpen reglera nivån i ångdomen.

1.4 Hypotes

Resultat som förväntas är minskad energiförbrukning för matarvattenpumpen och minskat slitage över matarvattenventilen samt tillhörande rörledningar.

2 Plan

2.1 Metod

Ta fram förslag på regleringen av matarvattnet. Genomföra en riskbedömning av det förändrade körsättet och därefter utföra en testkörning ifall riskbedömningen tillåter detta. Även teoretiskt beräkna den minskade energiåtgången på matarvattenpumpen och jämföra med den verkliga.

2.2 Projektplan

Mars Problemdefinition, projektplan, faktainsamling

April - juni Förstudier, riskanalys (boka tid med systemtekniker)

Augusti Skriva instruktionsbeskrivning innan omprogrammering (se bilaga 1)

September Försökskörning, påbörjas vid uppstart efter underhållsstopp (v.36)

Oktober Uppföljning av försökskörning & ny provkörning

November Avslutande rapportskrivning, redovisning

Rapportskrivning sker under tidens gång

2.3 Hjälpresurser

Under projektets gång kommer det behövas ytterligare hjälp av expertis. Vår handledare Urban Lundmark kommer att fungera som ett bollplank för oss vid frågor. Systemtekniker för omprogrammering av regleringen i styrsystemet. En sammansatt grupp av olika kategorier för utförande av riskanalys. Elektriker för uppmätning av matarvattenpumpen. Även andra sodahusoperatörer samt drifttekniker som kan tillföra viktig information.

2.4 Frågeställningar

2.4.1 Varför har man valt 5bars difftryck över matarvattenventilen?

Difftrycket på 5bar har tidigare valts för att kunna ge ventilen bättre förutsättningar att reglera inom reglerområden. Förr i tiden låg börvärdet mellan 10-12bar, men har med åren minskats.

2.4.2 Klarar frekvensomriktaren av att sköta regleringen?

Med rätt reglerparametrar ska det vara möjligt att låta frekvensomriktaren på matarvattenpumpen styra matarvattenregleringen.

2.4.3 Hur mycket slitage är det i dagsläget på matarvattenventilen?

Slitaget kring ledningen och matarvattenventilen kontrolleras vartannat år vid underhållsstoppet. I dagsläget skapas det ett visst slitage efter reglerventilen eftersom det uppstår ett turbulent flöde av vattnet, pga att ventilen reglerar. Med en fullt öppen ventil skapas ett mer laminärt flöde, vilket i sig minskar underhållsbehovet.

2.4.4 Hur ofta underhålls matarvattenventilen?

Under de senaste 10 åren har det varit lågt underhållsbehov på ventilen. Vid två tillfällen har det varit läckage i spindeln.

2.4.5 Behövs det andra reglerparametrar för turbinmavapumpen?

Turbinmavapumpen körs i fast varvtal/effekt och regleras inte av diffstrycket över matarvattenventilen.

3 Teoretisk beräkning av effektförbrukning

Effektförbrukningen mättes upp hos en av de elektriska matarvattenpumparna.

De nuvarande beräkningarna över matarvattenpumpen med ett matarvattentryck på 78bar kan ses i tabell 1:

Tabell 1: Visar uppmätt data från den ena matarvattenpumpen

Märk effekt ($P_{\text{märk}}$)	1 500	kW
Spänning	690	V
Märk ström ($I_{\text{märk}}$)	1 437	A
Uppmätt ström ($I_{\text{uppmätt}}$)	970	A
Uppmätt ström $I_{\text{uppmätt}}/I_{\text{märk}}$	0,68	%
$\cos \varphi$ (fasförskjutning)	0,80	
Nuvarande effektförbrukning ($P_{\text{nuvarande}}$)	927,41	kW
$P_{\text{märk}}/P_{\text{nuvarande}}$	0,618	%

De nya beräkningarna tar hänsyn till pumpkurvor, energiförluster och flödesbehov. Dessa beräknade värden kan ses i tabell 2 och har uträknats med hjälp av ett beräkningsprogram.

Tabell 2: Visar de nya beräkningarna

Flöde matarvatten	5 124	l/min
	307	m ³ /h
Tryck	73	bar
$\eta_{\text{hydraulverkan}}$	0,78	
$\eta_{\text{elektriskt}}$	0,95	
Frekvensomriktarens effektförlust	3,00	%
Effektförbrukning pump (hydraul)	799,26	kW
Effektförbrukning pump (elektriskt) $P_{\text{beräknad}}$	866,56	kW

Teoretiskt sett kan vi därmed utläsa ur tabell 2 vad pumpen kommer att förbruka effektmässigt:

$P_{\text{beräknad}} = 867\text{kW}$ vid 73bars tryck.

Effektförbrukningen som minskas blir genom ekvation (1) 60,85kW:

$$P_{\text{minskad}} = P_{\text{nuvarande}} - P_{\text{beräknad}} \quad (1)$$

Frekvensomriktaren har teoretiskt sett en effektförlust på 3%. Enligt ekvation (2) minskas effektförbrukningen ($P_{\text{teoretiskt}}$) med ca 59kW:

$$P_{\text{minskad}} \cdot 0,97 \quad (2)$$

Därmed kommer den årliga effektförbrukningen att minskas med 517,2MWh/år.

Med ett elpris på 0,47kr/kWh kan den årliga minskade kostnaden beräknas:

$$\text{Elpris} \cdot P_{\text{teoretiskt}} \quad (3)$$

$$0,47 \cdot 517\,200 = 243\,000\text{kr}$$

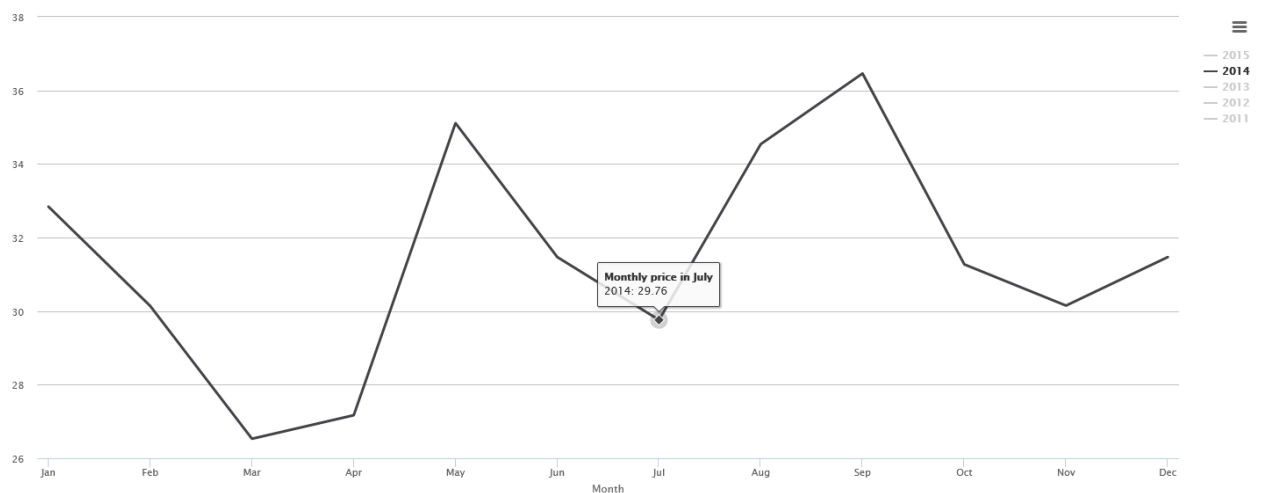


Diagram 1: visar prisutvecklingen för el månadsvis under år 2014 (källa: nordpoolspot.com)

Enligt diagram 1 var snittpriset på el för år 2014 ca 0,30kr/kWh. Använder vi ekvation (3) med detta snittpris minskas kostnaden med 155 160kr.

4 Matarvattenreglering

4.1 Matarvattenventil

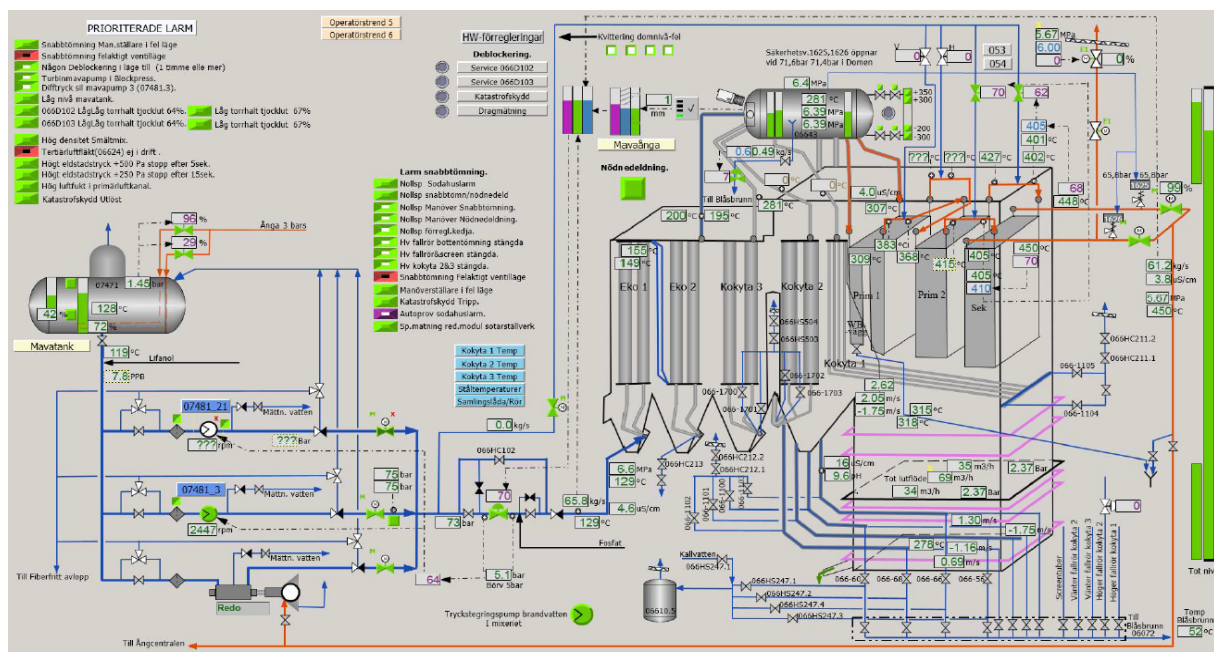
Matarvattenventilen styrs av en PI-regulator med proportionella förstärkningen (K) = 0.7 och integrerande tiden (T_i) = 4.5s. Flödet för matarvattenventilen beräknas på en förändring av utgående ångflöde (066F092). Utsignalen på regulatorn motsvarar ett flödesområde på ca 120l/s (densitet = 750kg/m³, 60bars tryck (275°C)).

Kretsnummer	Mätområde (kg/s)	Processförregling	Externt börvärde
066F091	0,0 – 91,6	Hög Nivå Ångdom (066L511 > +325 mm)	Från 066L511 (domnivå)

Skillnaden mellan tillfört matarvatten och förbrukad ånga beräknas. Om differensen blir för stor finns larm för den dämpade signalen. Dämpningen av signalen är 63 % av ändringen med tidskonstant 25 minuter.

+ Matarvatten	066F091
- Utgående ånga	066F092
- Bottenblåsning	066F083
- Sotånga	066F060

Vid full drift på sodapannan ($\approx 95\text{m}^3$ tjocklut) ligger öppningsgraden på matarvattenventilen mellan 85% - 95%.



Figur 1: Översiktsbild av matarvattnet till sodapannan i styrsystemet

4.2 Domnivå

Det finns tre stycken nivåmätningar. Medelvärde av dessa nivåmätningar beräknas och utgås ifrån. Domnivån 066L511 ger ett externt börvärde till matarvattenventilen som sedan reglerar mängden matarvatten till sodapannan. Vid hög domnivå ($> +200\text{mm}$) ska börvärdet öka på bottenblåsningen. Matarvattenventilen stängs vid höghög domnivå ($+ 325\text{mm}$). Domnivå regleringen är trimmad enligt lambda-geometrimetoden, där förstärkningen (K) = 1.5 och integrerande tiden (T_i) = 490s.

Kretsnummer	Mätområde (mm)
066L511	-550 – 450

4.3 Difftryck

Difftrycket över matarvattenventilen är till för att styra varvtalet på matarvattenpumpen via frekvensomriktare och sedan påverka öppningsgraden på ventilen.

Kretsnummer	Mätområde (bar)	Börvärde (bar)
074P077	0 – 25	5

4.4 Reglering

Regleringen ska bygga på att ändringar i ångflöde ska ge motsvarande ändringar i inkommande matarvattenflöde, och sedan justeras genom domnivåregulatorn.

4.5 Matarvattenpump

Det finns två stycken elektriska matarvattenpumpar och en turbinmavapump. Vid processförregling av matarvattenpumparna startar turbinmavapumpen som körs i fast varvtal/effekt och regleras inte av difftrycket över matarvattenventilen. Turbinmavapumpen nyttjas vid panntrippar.



Figur 2: Matarvattenpump

4.6 Riskanalys

Innan arbetet påbörjades gjordes en riskanalys (kan ses i bilaga 2) enligt den matrisstandard som används inom Smurfit Kappa. Den bygger upp på att identifiera eventuella risker med förändringen av regleringen. Vid riskanalysen medverkade avdelningens chef, operatörer samt instrumenttekniker.

5 Förslag på en annan lösning

Skillnaden mellan den gamla och nya regleringen är att utsignalen från 066F091 går direkt till matarvattenpumpens frekvensstyrning 074P077. Matarvattenventilen hålls 100% öppen.

Reglerventilen för matarvatten har bytt namn från 066F091 till 066V091. I styrsystemet tillkommer en ny valfunktion som heter 066F091_val. Där kan man välja mellan FRO- eller difftrycksreglering. När valfunktionen växlas sker en rampning för att göra övergången mjuk.

Nuvarande styrning med matarvattenventil blir kvar vid drift av turbinmavapump eftersom turbinmavapumpen går med fast varvtal och ventilen då styr flödet.

6 Försöskörningar

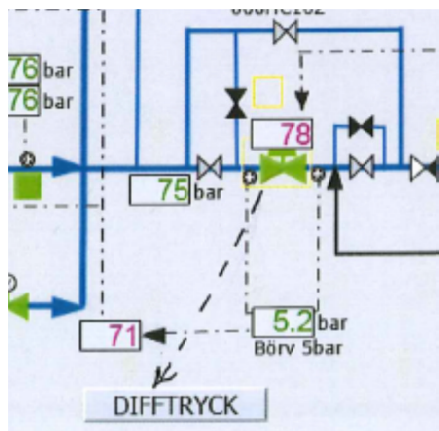
Den första försöskörningen utfördes vid uppstart av sodapannan efter det årliga underhållsstoppet i september månad.

Vid provtryckningen av sodapannan upptäcktes direkt ett problem, då matarvattenventilen samt pådraget på matarvattenpumpen inverterades av misstag vid omprogrammering i styrsystemet. Detta ledde delvis till att provtryckningen tog lite längre tid. Efter ett tag tog man beslutet att återgå till den ursprungliga regleringen, för att undvika ett allt för långt stopp.

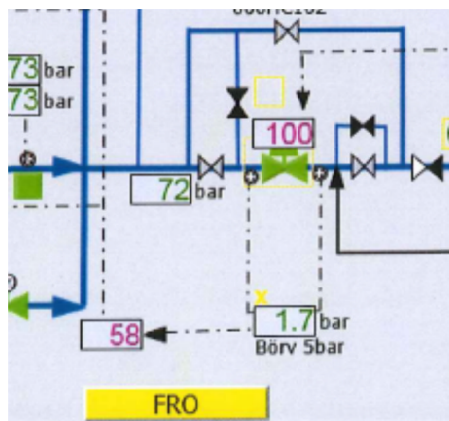
Efter uppföljning av den första försöskörningen, utfördes ytterligare ett test under normal drift av sodapannan med lyckat resultat. När matarvattenventilen öppnades 100% drogs samtidigt varvtalet på matarvattenpumpen ned. Diffstrycket halverades till ca 2,5bar.

7 Slutlig lösning

Efter försökskörningarna kommer den nya regleringen att kvarstå med möjlighet att återgå till den gamla regleringen enligt figur 3 och figur 4.

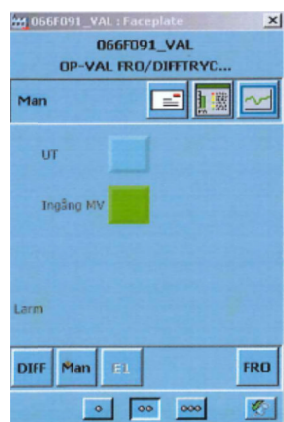


Figur 3: Bild på den gamla regleringen med ny valmöjlighet DIFFTRYCK



Figur 4: Bild på den nya regleringen med FRO styrningen

Via knapptryck i styrsystemet på antingen DIFFTRYCK eller FRO finns möjlighet att välja reglering enligt figur 5:



Figur 5: Valmöjlighet av reglering

Efter försök 2 utfördes en mätning av matarvattenpumpen för att kunna jämföra med det teoretiskt beräknade. Tyvärr blev dessa resultat inte givande för oss, så därför var vi tvungna att utföra ytterligare en ny mätning. Pga ett flertal strömavbrott och andra driftstörningar på sodapannan fick vi inte något tillfälle att kunna utföra en kontinuerlig mätning under en längre tid. Så därför kommer det att göras nya mätningar i framtiden på matarvattenpumpen för att kunna se hur mycket energiförbrukningen har minskat.

8 Resultat

Genom att sänka difftrycket över matarvattenventilen och låta frekvensomriktaren på matarvattenpumpen direkt reglera nivån i ångdomen kan man göra en kostnadsminskning. Enligt de teoretiska beräkningar som har utförts kommer effektförbrukningen på matarvattenpumpen att sänkas med 59kW, vilket motsvarar en minskad kostnad med 155 160kr (0,30kr/kWh räknat). Därmed stämmer hypotesen, då underhållsbehovet av matarvattenventilen i dagsläget är låg.

I praktiken sänktes difftrycket över ventilen från 5bar till 2,5bar. För att kunna ta bort difftrycket helt, skulle man vara tvungen att ta bort ventilen och ersätta det med ett rakt rör.

I den bifogade riskanalysen antog vi tillsammans att det inte fanns någon risk med regleringen vid provtryckningen av sodapannan. Detta får man ta lärdom av då detta förekom under fliken för riskkällor "Funktion vid provtryckning".

9 Reflektion

Vi tycker att projektarbetet har varit väldigt intressant och lärorikt. Det har varit roligt att få ta mycket ansvar och komma i kontakt med många olika avdelningar. Projektets omfattning tycker vi var på en bra och lagom nivå. Tidsmässigt höll vi vår plan bra trots att det inträffade en del strul.

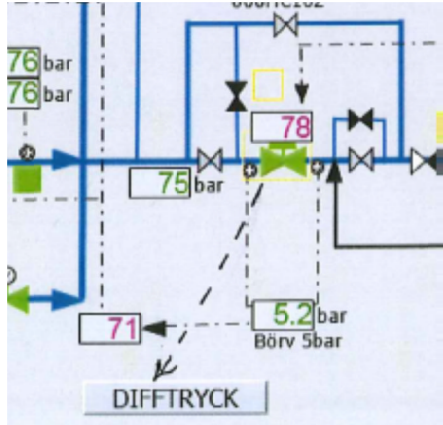
Det som var roligt med projektet är att regleringen fungerar i praktiken och att vi numera tillför matarvattnet till sodapannan via denna FRO-styrning.

Tyvärr kunde vi inte jämföra den teoretiskt beräknade delen med den i verkligheten pga en mängd olika driftstörningar på sodapannan. Det hade varit intressant att få se om beräkningen stämde någorlunda överrens. Men detta får vi göra i framtiden.

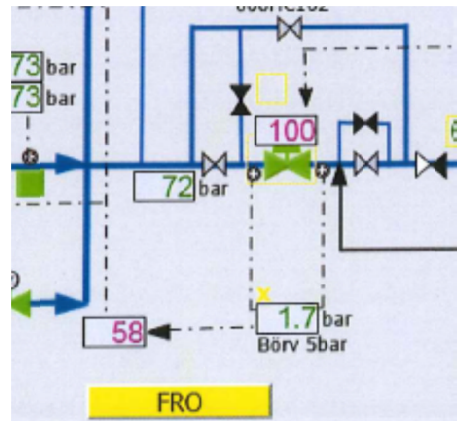
10 Bilaga 1

I vårt projektarbete för sodahuscertifieringen så har vi i uppdrag att se över matarvattenregleringen till sodapannan. Uppgiften är att se om det går att köra med matarvattenventilen helöppen och låta matarvattenpumparna styra domnivån. Nuvarande reglerfunktion kommer att finnas kvar vid eventuellt behov.

En ny knapp finns på styrsystemsbilden MavaÅnga:



Vid ändring byts namnet



Den nya knappen heter 066F091_val. Där väljs FRO eller difftrycksreglering.

Reglerventilen för matarvatten har bytt namn från 066F091 till 066V091.

Skillnaden mellan den gamla och nya regleringen är att utsignalen från 066F091 går direkt till matarvattenpumpens frekvensstyrning 074P077_2. När funktionen växlas sker en rampning för att göra övergången mjuk.

Om en situation uppkommer så att turbinmatarvattenpumpen startar så återgår matarvattenregleringen till difftrycksreglering

Tomas L & Patrik Ö

11 Bilaga 2

Riskbedömning Förändring matarvattenreglering 20150417

Deltagare Urban Lundmark, Tomas Lundberg, Peter Nyberg och Björn Pudas

Var kommer förändring att genomföras?	Typ av förändring	Berörda arbetstagare/grupper av arbetstagare	Riskällor	Riskbedömning Före åtgärd	Åtgärd	Riskbedömning efter åtgärd	Ansvarig	Uppföljning
Förändring av styrningen av matarvattnet till sodapannan	Bygga bort reglerventilens funktion. Idag håller den ett diffstryck och finjusterar domnivån. I framtiden kommer den vara helt öppen	Operatörer och instrumenttekniker	-Idag finns 2 st olika funktioner. En när de elektriska pumparna är i drift och en när den ångdrivna pumpen är i drift. Funktionen kan bara byggas om för de elektriska. - Funktionen måste släppas lös när turbinmavapumpen har driftsatts.	Allvarlig risk	Denna funktion beaktas i programmeringen	Låg risk	Björn P	
Förändring av styrningen av matarvattnet till sodapannan	Bygga bort reglerventilens funktion. Idag håller den ett diffstryck och finjusterar domnivån. I framtiden kommer den vara helt öppen	Operatörer och instrumenttekniker	Säkerhetsfunktionen Hög domnivå på krets 066L511 vid +325 mm som idag stänger reglerventilen 066V091 skall finnas kvar. När hög nivå larmet släpper skall ventilen rampas upp enligt dagens funktion	Allvarlig risk	Denna funktion beaktas i programmeringen	Låg risk	Björn P	

Förändring av styrningen av matarvattnet till sodapannan	Bygga bort reglerventilens funktion. Idag håller den ett difftryck och finjusterar domnivån. I framtiden kommer den vara helt öppen	Operatörer och instrumenttekniker	Funktion vid provtryckning	Ingen risk	Ingen åtgärd	Ingen risk	
	Bygga bort reglerventilens funktion. Idag håller den ett difftryck och finjusterar domnivån. I framtiden kommer den vara helt öppen	Operatörer och instrumenttekniker	Gamla instruktioner och kunskap hos operatörer	Allvarig risk	Skriva instruktion som godkänns av ansvarig. Nya funktionsbeskrivningar skrivs innan omprogrammering. Utbildning av operatörer	Låg risk	Tomas L & Patrik Ö
	Bygga bort reglerventilens funktion. Idag håller den ett difftryck och finjusterar domnivån. I framtiden kommer den vara helt öppen	Operatörer och instrumenttekniker					

Risk och allvarig risk ska åtgärdas. Gå vidare till Blankett B.