

Förord

Den här rapporten skrevs under hösten 2005 av Erik Persson och Jakob Aldrin som ett examensarbete inom civilingenjörsprogrammet i maskinteknik på institutionen Energivetenskaper, Lunds Tekniska Högskola. Den är avsedd att användas som underlag för energibesparande åtgärder på Karlshamn kraft AB. De föreslagna åtgärderna avser då kraftverket inte är i drift.

Det var en spännande uppgift som vi fick för 20 veckor sedan och efter hårt arbete kan vi nu stolta presentera denna rapport. Tack till personalen på Karlshamn kraft AB för goda frukostar, trevliga fikastunder och hårda innebandymatcher. Ett speciellt stort tack till vår handledare Johan Hillstedt och alla ni som har bidragit med kunskap om driften av kraftverket och stått ut med alla våra konstiga frågor. Ett tack även till Eva för att hon har bistått med bostad under hösten, utan henne hade vi inte kunnat genomföra detta examensarbete, samt övrig familj och Jo-Lo som stått ut med fysisk och mental frånvaro.

Lund, januari 2006

Jakob och Erik

Nu är KKABs nya logga här:



1	SAMMANFATTNING	4
2	BAKGRUND	5
2.1	ENERGIMARKNADEN	5
2.2	FÖRETAGSBESKRIVNING KKAB	5
2.2.1	HISTORIK	5
2.2.2	KRAFTVERKET I DAG	5
2.2.3	LAGRING AV OLJA	6
2.2.4	HAMNVERKSAMHET	6
2.2.5	FASKOMPENSERING	6
2.2.6	NYUTVECKLING	6
2.2.7	TEKNISK SPECIFIKATION	7
3	SYFTE	9
3.1	ENERGIPRISER	9
3.2	DRIFT	9
3.3	STYRMEDEL	9
3.3.1	ELCERTIFIKAT	10
3.3.2	UTSLÄPPSRÄTTER	12
3.3.3	SKATT	13
3.3.4	IPPC/BAT	14
4	MÅL	16
4.1	MÅLSÄTTNING FRÅN KKAB	16
4.2	MÅLSÄTTNING FRÅN LTH	16
5	ANALYS	17
5.1	METOD – ALLMÄN	17
5.2	RESULTAT (OCH GENERELL OMRÅDESPRESENTATION)	17
6	SYSTEMBESKRIVNING AV ENERGISÄNKOR	18
6.1	MÄTTAT ÅNGSYSTEM	18
6.1.1	PROBLEM	18
6.1.2	ENERGIFÖRBRUKNING	19
6.1.3	POTENTIELLA BESPARINGAR	19
6.2	AVFUKTARE	19
6.2.1	FUNKTIONSSÄTT AVFUKTARE	20
6.2.2	PROBLEM	21
6.2.3	POTENTIELLA BESPARINGAR	21
6.3	RÖKGASRENING	21
6.3.1	PROBLEM	22
6.3.2	POTENTIELLA BESPARINGAR	22
6.4	INSTRUMENTLUFTSYSTEM	23
6.4.1	PROBLEMBESKRIVNING	23
7	ÅTGÄRDSFÖRSLAG	24
7.1	MÄTTAT ÅNGSYSTEM	24
7.1.1	REGLERING AV VENTILER	24
7.1.2	ERSÄTTA ÅNGGENERATORERNAS MAVATANKAR MED EN GEMENSAM	27
7.1.3	SLUTET KONDENSATSYSTEM	27
7.2	AVFUKTARE	27
7.2.1	INSTALLERA VÄRMEVÄXLARE	28
7.2.2	INSTALLERA FUKTGIVARE	33
7.3	OMRÖRARE DeSOX-ANLÄGGNING	36
7.3.1	FÖRSKRUBBER	36
7.3.2	ABSORBER SUMP	36

7.3.3	ABSORBER	36
7.4	INSTRUMENTLUFTSYSTEM	37
7.5	VENTILATION – KYLNING OCH VÄRMNING	37
7.6	SALTVATTENKYLNING	38
8	MINDRE SYSTEM	39
8.1	BAKGRUND	39
8.2	BYTE AV INSTRUMENTLUFTKOMPRESSORER	39
8.3	MOTORVÄRMARE	41
8.4	FREKVENSSOMFORMARE TILL OLJEPUMPAR	43
8.5	BELYSNING	45
8.6	AVGASNING AV MAVATANK	46
9	SAMMANSTÄLLNING AV SPARÅTGÄRDER	47
9.1	FÖRSLAG PÅ ÅTGÄRDER	47
9.2	GENOMFÖRDA ÅTGÄRDER	47
10	REKOMMENDATIONER	48
10.1	MÄTTAT ÅNGSYSTEM	48
10.2	AVFUKTARE	48
10.3	OMRÖRARE	48
11	DISKUSSION	49
12	KÄLLFÖRTECKNING	50
12.1	TRYCKTA KÄLLOR	50
12.2	ELEKTRONISKA KÄLLOR	50
12.3	MUNTliga KÄLLOR	51
12.4	FÖRETAGSINTERNA KÄLLOR	51
13	BILAGOR	52
13.1	RITNINGAR	52
13.1.1	SALTVATTENSYSTEM	52
13.1.2	DT-LEDNINGAR	53
13.1.3	INSTRUMENTLUFT	54
13.1.4	MÄTTAT ÅNGSYSTEM	55
13.1.5	MÄTTAT ÅNGSYSTEM - UTÖKADE KONDENSATLEDNINGAR	56
13.1.6	MÄTTAT ÅNGSYSTEM - REGLERVENTILER	57
13.1.7	MÄTTAT ÅNGSYSTEM – GEMENSAM MAVATANK	58
13.1.8	ÅNGGENERATORERNAS MAVATANKAR	59
13.1.9	VÄRMEVÄXLARE TILL AVFUKTARE	60
13.2	OFFERTER	61
13.2.1	OFFERT VÄRMEVÄXLARE	61

1 Sammanfattning

Titel	Besparing av underhållsenergi vid Karlshamnsverket.
Författare	Erik Persson, civilingenjörsutbildningen i maskinteknik, Lunds tekniska högskola. Jakob Aldrin, civilingenjörsutbildningen maskinteknik, Lunds tekniska högskola.
Handledare	Tord Torisson, avdelningen för kraftverksteknik, Lunds tekniska högskola. Johan Hillstedt, processingenjör, Karlshamn kraft AB.
Examinator	Lennart Thörnqvist, avdelningen för energihushållning, Lunds tekniska högskola.
Rapport	Examensarbete vid institutionen för energivetenskaper, Lunds tekniska högskola i samarbete med Karlshamn kraft AB utfört under hösten 2005.
Mål	Att spara 1 GWh underhållsenergi på Karlshamnsverket.
Metod	Att lokalisera de största energisänkorna på kraftverket, göra mätningar eller uppskattningar på hur mycket energi dessa förbrukar, för att där efter ge förslag på tekniska åtgärder, med tillhörande ekonomiska beräkningar som ska reducera energiförbrukningen.
Slutsats	I arbetet har olika förslag på energisparande åtgärder presenterats. Denna studie visar att över 1,8 GWh/år energi, och ca 3000 m ³ vatten kan sparas om de föreslagna åtgärderna genomförs. Detta motsvarar, beroende på energipriser, ca 600 000 kr per år.

2 Bakgrund

2.1 Energimarknaden

Energimarknaden och speciellt elmarknaden styrs idag av en komplicerad blandning beslut från många instanser inom och utom Sveriges gränser. Såväl privata företag och organisationer som NGO:s, individuella stater och internationella unioner påverkar priset och tillgången på energi. För att kunna få en bild av hur alla beslut påverkar just KKAB behöver man få en översiktlig bild av kraftverkets verksamhet idag och dess kapacitet, detta beskrivs i kapitel 3.2 och 4.2. De styrmedel som existerar i Sverige och tydligt kan tillämpas på KKAB presenteras i kapitel 4.3.

2.2 Företagsbeskrivning KKAB

2.2.1 Historik

I början av 1960-talet skrev en hamnkaptan vid namn Harry Stone till Sydkraft med en förfrågan om att förlägga ett kraftverk till Karlshamn. Det visade sig att Karlshamns geografiska och geologiska läge lämpade sig mycket väl för sådan verksamhet med djuphamn, riklig tillgång på kylvatten och anslutningsmöjligheter till stamnätet. Sydkraft hade redan 1958 beslutat att basproduktionen av el skulle ske med kärnkraft, men en utbyggnad av denna var inte aktuell redan 1960. För att möta en förväntad fördubbling av effektbehovet ansågs det att ett mellanlastkraftverk behövdes, dessa var vid den här tiden billiga att bygga om endast oljeeldning avsågs och det beslutades att ett sådant skulle förläggas till Karlshamn. 160 MW var den tänkta effekten, men för att få ner kostnaden per utbyggd megawatt förordades större enheter. Finansiärer hittades och 1969 stod block ett klart med en installerad effekt på över 300 MW. Vid tiden för invigningen var block 2 redan under byggnation och tre månader senare beslutade styrelsen att ett tredje block skulle färdigställas. Delägare i kraftverket hade år 1974 investerat 560 miljoner kronor, resultatet var Karlshamnsverkets Kraftgrupp AB, Sveriges största kraftverk med en elektrisk effekt på över 1000 MW¹.

2.2.2 Kraftverket i dag

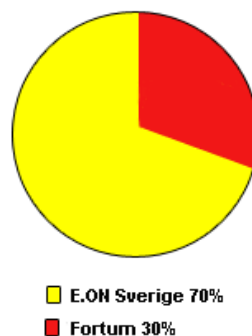
I Sverige är vi beroende av att elproduktionen fungerar som den ska. Under normala förhållande kommer den största delen av elproduktion i Sverige från vattenkraft och kärnkraft. Men det kan uppstå driftstörningar eller annat som gör att el inte kan levereras till sina användare. Då krävs extra elproduktion och det är då Karlshamnsverket kan startas upp. Karlshamnsverket är ett oljeeldat kondenskraftverk som ligger på Sternö nära Karlshamn.

Kraftverkets basverksamhet är elproduktion, den sammanlagda effekten är över 1000 MW fördelade på tre block, varav block tre drivs med högsvavlig olja då en avsvavlingsanläggning är installerad där.

Karlshamn kraft AB äger och driver Karlshamnsverket. Karlshamn kraft AB är i sin tur ett dotterbolag till E.ON Sverige AB som äger 70 % av kraftverket, de resterande 30 % ägs av Fortum².

¹ KKAB. *Historik om Karlshamnsverket.*

² KKAB. *Karlshamnsverket ett miljöanpassat oljekraftverk.*



Figur 1. Ägandefördelning av Karlshamn Kraft AB³

Karlshamnsverket ligger ofta i sådan beredskap att det kan startas upp inom kort varsel. Beredskapen ligger på 2 eller 8 timmar. Vid 2 timmars beredskap hålls pannor och turbiner varma med hjälp av el. När beredskapen är 8 timmar sker uppstarten från kall anläggning. På Karlshamnsverket finns också en 36 MW gasturbin som kan användas vid uppstart av kraftverket. Gasturbinen kan startas med likströmsbatterier, vilket är en stor fördel då det har uppstått störningar på nätet.

Block 1 eldas med lågsavlig olja eftersom ingen rening av avgaser finns tillgänglig där. Block 1 ett är det äldsta blocket och är det som i sista hand tas i drift.

Då det är marknadsmässigt lönsamt körs kraftverket, i första hand block 3 och i andra hand block 2. På block 2 finns katalysatorrening men ingen svavelrening.

Block 3 är utrustad med katalysator och elfilter, det har dessutom en anläggning för rökgasrening av svavel och stoft vilket gör det möjligt att använda högsvavlig olja. Block 3 är det block som i första hand tas i drift.⁴

2.2.3 Lagring av olja

Bergrummet består av 7 stycken depåer med en total volym av ca 1 Mm³. Dessa nyttjas av kraftverket men hyrs även ut till oljebolag som vill deponera olja där.

2.2.4 Hamnverksamhet

I viken utanför KKAB finnes en naturlig djuphamn där stora oljebåtar kan lossa och lasta.

2.2.5 Faskompensering

Ibland finns ett underskott av reaktiv effekt på nätet, kraftverket kan då faskompensera genom att köra generatorerna utan last. Detta styrs centralt av Svenska kraftnät då nätspanningen varierar för mycket.

2.2.6 Nyutveckling

Alstom driver och utvecklar en ny svavelreningsanläggning på KKAB:s område. Den kommer att användas för avsvavling på oljepannan för hjälpångssystemet och kan stå som modell för en utbyggnad av svavelrening på block 2.

³ KKAB, Internet

⁴ KKAB. *Karlshamnsverket ett miljöanpassat oljekraftverk.*

2.2.7 Teknisk specifikation⁵**Pannanläggning**

Typ	Dompanna med kontrollerad cirkulation
Leverantör	Svenska maskinverken
Ångproduktion	289 kg/s vid fullast
Normalt drifttryck	19 MPa
Ångtemperatur efter överhettare	540°C
Mellanöverhettartryck	4 MPa
Mellanöverhettartemperatur	540°C
Matarvattentemperatur	255°C

Turbinanläggning

Typ	Trestegs axialturbin
Leverantör	BBC
Cylindrar	4 stycken (1 HT, 1 MT och 2LT)
Varvtal	3 000 r/min
Matarvattenförvärmning	7 steg
Matarvattenpumpar	1 stycken 100 % turbindriven 1 stycken 15 % eldriven (används vid start av kraftverket, upp till 15 % av maxeffekten)
Kylvattenflöde	9,7 m ³ /s

Generator

Leverantör	BBC
Generatorspänning	21 kV
Nätspänning block 1	130 kV
Nätspänning block 2 & 3	400 kV

Kväveoxidreducering (DeNOx) block 2 & 3

Typ	SCR (Selective Catalytic Reduction)
Leverantör	ABB Fläkt Industri AB
Placering efter pannan, före luftförvärmarna (s.k. high dust-placering)	
Volym	120 m ³
Typ	Honeycomb
Pitch	6 mm
Arbetstemperatur	360°C
Avskiljningsgrad	>85 %
Ammoniaklager	2 x 110 m ³ i separat ammoniakbyggnad

Stoftavskiljning block 3

Typ	El-filter
Leverantör	ABB Fläkt Industri AB
Avskiljningsgrad	>95 %

⁵ KKAB. *Karlshamnsverket ett miljöanpassat oljekraftverk.*

Stoftavskiljning (el-filter + absorber) >99 %

Avsvavlingsanläggning block 3

Typ	Våt kalksten - gips metod, bubbelbädd på silbot- ten
Leverantör	ABB Fläkt Industri AB
Dimensionerande olja	3,5 % svavelhalt
Avskiljningsgrad	>98 %
Kalkstensmjöl, förbrukning	8 ton/h
Vatten, förbrukning	40 ton/h
Elförbrukning	4,8 MW
Gipsproduktion (vid 10 % fukt)	14 ton/h (används till tillverkning av gipsskivor)
Max rökgasflöde	1 000 000 Nm ³ /h
Slurrymängd i absorber	1 500 m ³

3 Syfte

Huvudanledningen och syftet till uppkomsten och genomförandet av detta examensarbete är att spara energi och därmed minska utgifterna för KKAB (se kapitel 5.1). Det har sedan kraftverket först driftsattes i början av 1970-talet skett en stor förändring i både driftsituation och energipriset till en sådan grad att en energieffektivisering av hjälpsystemet är motiverad ekonomiskt. Anledningarna till detta är många och några av dessa analyseras nedan lite mer genomgående för att visa kopplingen till KKAB.

3.1 Energipriser

Att förutse svängningarna i energipriset är svårt, det finns metoder och modeller för att uppskatta tillrinningen i vattenmagasin och planer för hur mycket effekt ett kraftverk kan producera på det lokala planet, men priser på olja, kol, naturgas och kärnbränsle varierar kraftigt från dag till dag och det är många internationella omständigheter som påverkar den svenska marknaden. Komplexiteten ökar ytterligare av att energimarknadsmässiga beslut fattas på flera olika nivåer idag; globalt, europeiskt, nationellt och lokalt. I ett globalt perspektiv är den svenska marknaden mycket liten, det innebär att den inte kan vara prisbildande utan anpassa sig till de stora europeiska marknaderna i till exempel Tyskland, Frankrike och England. Det är även många gånger tillgången på energi bromsas av naturkatastrofer och oroligheter, i världen eller i Sverige, med stigande energipriser som följd.

3.2 Drift

Då Karlshamnsverket inte idag producerar elektricitet för basbehovet i Sverige utan är ett topplastkraftverk är det svårt att uppskatta antalet drifttimmar per år. Den siffran varierar mycket beroende på de faktorer som nämns i kapitel 4.1. För att kunna genomföra beräkningar på ekonomiska besparingar har i detta examensarbete använts 1000 drifttimmar per år, 500 vid fullast (ca 300 MW) och 500 vid dellast (ca 200 MW). Dessa siffror gäller endast för drift av block 3 och har tagits fram i samråd med driftchefen vid KKAB, Stefan Håkansson.⁶ Resterande tid av året är kraftverket i beredskap som varierar alltifrån två till fyrtioåtta timmar. Det är under den tiden besparingarna som diskuteras från och med kapitel 6 har sitt fokus och det är den hjälpenergin som detta examensarbete ska hjälpa till med att kartlägga och effektivisera.

Ett antal faktorer tyder dock på att Kraftverket kommer att de närmaste åren få ett uppsving i antalet drifttimmar; en långsam utveckling av effektkapaciteten i riket, allmänt höga energipriser, modernisering av kraftverkets styrsystem och diskussioner om att bygga en svavelreningsanläggning även på block 2 i kombination med gynnsamma priser på högsvavlig, tung olja.

3.3 Styrmedel

I Energiläget 2004⁷ beskrivs Sveriges energipolitik enligt följande citat:

⁶ Håkansson, Stefan. KKAB. Intervju

⁷ Energimyndigheten. *Energiläget 2004*, 2004.

”Målet för energipolitiken är att på såväl kort som lång sikt trygga tillgången på el och annan energi på konkurrenskraftiga villkor med omvärlden. Energipolitiken ska skapa villkoren för en effektiv energianvändning och en kostnadseffektiv svensk energiförsörjning. Samtidigt ska påverkan på hälsa, miljö och klimat vara låg och omställningen till ett ekologiskt hållbart samhälle underlättas”

Detta mål ska uppnås genom ett antal strategiskt placerade avgifter, skatter, stöd och bidrag, allmänt kallat styrmedel. En kort presentation av hur de fungerar och vad de innebär i praktiken för Karlshamnsverket följer nedan.

3.3.1 Elcertifikat

För att främja produktionen av förnyelsebar energi införde Sverige 2003 ett system med handel av elcertifikat. Producenter av el som uppfyller vissa av staten fastlagda kriterier i förordning 2003:120 (se Tabell 1) får certifikat motsvarande sin produktion som de sedan kan sälja till de företag som tillförs en kvotplikt av elcertifikat. KKAB hade till exempel en kvotplikt år 2004 på 1628 certifikat som med det årets andel av förbrukningen pekade på en användning av 20 gigawattimmar.⁸ Elproducenten kan dessutom ta betalt för varje levererad kilowattimme precis som tidigare, certifikaten ersatte dock de investeringsbidrag och driftstöd som tidigare utgick till liknande verksamhet.⁹

Tabell 1. *Fördelning av elcertifikat och kvotpliktiga aktörer*¹⁰

Elcertifikat utgår till	Kvotpliktiga
Vindkraft	Elleverantörer
Solenergi	elanvändare som använt el de själva producerat
Geotermisk Energi	elanvändare som använt el de själva importerat
Vågenergi	elanvändare som använt el de själva köpt
Biobränsle	
Vattenkraft	

Till vanliga konsumenter, dvs. privatpersoner och företag som inte ingår i tabell 1, ska elleverantören hantera handeln med elcertifikat. Det sker även om vem som helst har möjligheten att anmäla sitt intresse till Energimyndigheten och sköta det själv. Under hösten 2005 granskar Energimyndigheten hur elleverantörerna har skött prissättningen av elcertifikathanteringen.¹¹

⁸ Energimyndigheten. *Lista Kvotplikt 2004*, Internet .

⁹ Energimyndigheten. *Det här är elcertifikatsystemet*, 2003.

¹⁰ Energimyndigheten. *Det här är elcertifikatsystemet*, 2003.

¹¹ Energimyndigheten. Internet.

Priset på ett elcertifikat har ökat drastiskt sedan handeln började 2003, från dryga 100 kr/st. till över 240 kr vid slutet av 2004. Prisutvecklingen följer till stor del den straffavgift som tillkommer om ett företag inte uppnår sin kvot, den så kallade kvotpliktsavgiften. Det verkar hittills vara så att det inte är marknadskrafter som styr handeln utan den regleras egentligen från myndighetshåll. Det är av den anledningen som taket på kvotpliktsavgiften tas bort från och med år 2005, istället ska avgiften vara 150 % av medelpriset under föregående period, i dagsläget ca 330 kr. Energimyndighetens utredare Tord Niklasson väntar sig att priset stabiliseras runt denna nivå eller till och med sjunker något när handeln helt får ske på marknadens villkor.¹²

Tabell 2. Kvoter och tak för kvotpliktsavgifterna fram till och med år 2012.¹³

År	Kvot [%]	Kvotpliktsavgift [kr]
2003	7,4	175
2004	8,1	240
2005	10,4	150 % av medelpris
2006	12,6	-
2007	14,1	-
2008	15,3	-
2009	16,0	-
2010	16,9	-
2011	17,4	-
2012	17,9	-

För närvarande råder en osäkerhet om hur elcertifikatsystemet kommer att se ut i framtiden, det enda man kan konstatera är att det kommer att finnas kvar i någon form fram till minst år 2025. Det förslag som finns nu är att marknaden ska utvidgas och ska omfatta även Norge från första januari 2007, detta för att säkerställa en handel som är opolitisk och ger en jämnare prisbildning. Stödet till befintliga anläggningar som producerar certifikat idag upphör mellan år 2012 och 2014, därefter utgår stödet till nya anläggningar i minst femton år till omkring år 2030.¹⁴ Elcertifikaten kommer att i ännu större utsträckning vara ett finansiellt instrument som gynnar förnyelsebar energiproduktion och vara ett incitament för att genomföra effektiviseringsåtgärder och minska elkonsumtionen

¹² Niklasson, Tord. STEM, telefonintervju.

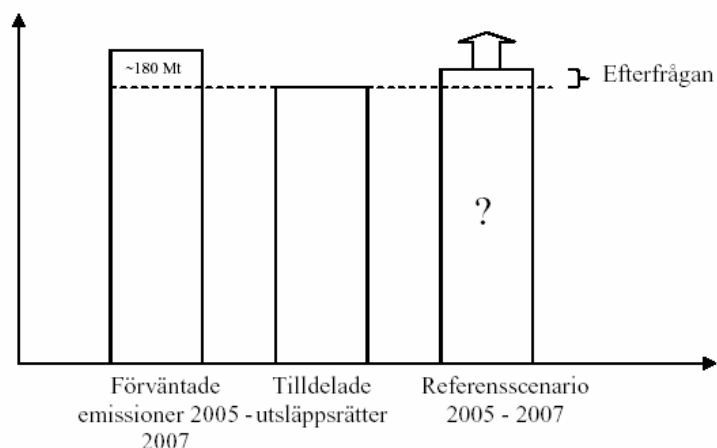
¹³ Energimyndigheten. *Det här är elcertifikatsystemet*, 2003.

¹⁴ Niklasson, Tord. STEM, telefonintervju.

3.3.2 Utsläppsrätter

Bakgrunden till handeln med utsläppsrätter är ett program mot klimatförändringar som presenterades av EU-kommissionen år 2000. Detta program kallas ECCP och har som syfte att identifiera de mest verkningsfulla och kostnadseffektiva åtgärderna för att länderna inom EU ska nå upp till målen ställda i Kyotoprotokollet.¹⁵ En av dessa var införandet av handel med utsläppsrätter. Ett begränsat antal energiintensiva branscher ingår i handeln under den första handelsperioden 2005-2007 (se tabell 2). Anläggningar inom dessa branscher får utsläppsrätter tilldelade sig baserat på tidigare utsläpp av koldioxid enligt en ansökan av företaget (en utsläppsrätt motsvarar ett ton koldioxid). Därefter kan de företag som har höga kostnader för att minska utsläppen köpa utsläppsrätter från företag med lägre åtgärds-kostnader. Den som släpper ut mindre koldioxid än det antal utsläppsrätter som företaget förfogar över kan spara utsläppsrätterna för resten av handelsperioden eller sälja överskottet till andra företag.¹⁶ Under den andra handelsperioden 2008-2012 kan EU:s medlemsländer välja att inkludera fler branscher och växthusgaser i handeln. Ett initialt mål är att EU ska minska utsläppen av koldioxid med 8 % fram till år 2010 jämfört med 1990 års nivåer.¹⁷

Enligt Kyotoprotokollet tillåts Sverige att öka sina utsläpp, regeringen beslutade dock att målet för Sverige istället skulle vara att minska utsläppen av växthusgaser med 4 %. Varje EU-land får en tilldelning av utsläppsrätter som de i sin tur fördelar till de företag och anläggningar på det sätt de själva finner lämpligt (dock ska minst 95 % tilldelas gratis under första handelsperioden och minst 90 % under den andra).¹⁸ I Sverige sker tilldelningen gratis till de anläggningar som uppfyller kraven enligt Lagen om utsläpp av koldioxid/Lagen om handel med utsläppsrätter.¹⁹ I dagsläget är det i



Figur 2. Efterfrågan på utsläppsminskningar inom handelsområdet.²⁰

Sverige ca 750 anläggningar som berörs av handeln varav Karlshamnsverket är ett av dem, KKAB har fått en tilldelning av 24 756 utsläppsrätter per år för den första handelsperioden 2005-2007. I utredningen SOU 2005:10 förordas i framtiden ett system

¹⁵ Regeringen. *Handel med utsläppsrätter I Proposition 2003/04:132*. Internet.

¹⁶ Energimyndigheten. Internet.

¹⁷ Naturvårdsverket. Internet.

¹⁸ SOU 2005:10.

¹⁹ Naturvårdsverket. Internet.

²⁰ ER 2005:35.

med auktionering av utsläppsrätter istället för tilldelning då auktion anses vara ett mer samhällsekonomiskt effektivt sätt, tilldelning kan ha en negativ effekt på effektiviteten och bedöms dessutom inte ge en lägre kostnad centralt än om utsläppsrätterna handlas på en marknad.²¹ Föreningen Svenskt Näringsliv är av en annan åsikt i detta fall, de anser att en auktionering medför en högre kostnad för företagen och ger en snedvriden konkurrenssituation. Ett sådant system kan endast accepteras under förutsättning att det tillämpas globalt och inkluderar alla företag som omfattas av handelsystemet, en förutsättning som man vidare anser vara omöjligt att genomföra i dagsläget²²

Kostnaden för en utsläppsrätt varierar som på en aktiemarknad och är beroende på utbud och efterfrågan. Det har dock varit stora prissvängningar under handelns första år där en utsläppsrätt kostat mellan 6 och 30 euro, man beräknar att uppnå stabilitet när aktörerna vänjer sig vid systemet och inte blir lika benägna att agera efter rykten som har varit fallet under delar av 2005. För närvarande (november 2005) kostar en utsläppsrätt drygt €20 men priset efter 2007 är väldigt svårt att förutse då nya regler och andelar ska implementeras.²³ Den största delen av KKAB:s utsläppsrätter tilldelas för de emissioner som ges av att kraftverket är i drift, underhållsenergin påverkar endast marginellt denna tilldelning och en effektivisering av det slag som görs i detta examensarbete resulterar inte i några större monetära vinster från handel med utsläppsrätter.

3.3.3 Skatt

I Sverige har energi beskattats sedan 1950-talet,²⁴ idag ligger fokus på så kallad grön skatteväxling vilket innebär att miljörelaterade skatter höjs medan skatter på arbete sänks i motsvarande grad. Under en tioårsperiod 2000-2010 ska 30 miljarder kronor skatteväxlas enligt regeringens mål. Den största ändringen i skatterna har annars skett för att anpassa svenska regler till EU:s. Energiskatter är ett samlingsnamn som innefattar ett antal punktskatter på el och bränslen och energimyndigheten gör uppdelningen i miljöskatter och fiskala skatter även om gränsen mellan dem aldrig är tydlig. Skatterna är en viktig inkomstkälla för staten och motsvarade 2003 över 2,5 % av BNP, eller i kronor räknat drygt 62 miljarder kronor.²⁵

Intäkter av energiskatter efter energi- och skatteslag 2003, Mkr				
Energislag	Energiskatt	CO ₂ -skatt	Svavelskatt	Totalt
Bensin	15 979	9 438		25 417
Oljeprodukter	4 900	12 960		17 860
Rätallolja	24			24
Övriga bränslen	145	1 355		1 500
Samtliga bränslen			136	136
Elkraft	15 450			15 450
Produktionsskatt, el från kärnkraftverk	1 824			1 824
Totalt	38 322	23 753	136	62 211
Andel av statens skatteintäkter				10,2%
Andel av BNP				2,5%

²¹ SOU 2005:10.

²² Svenskt Näringsliv, *Auktionering ger ökade kostnader för företagen och är att betrakta som en ny avgift*, PM 2004-12-02.

²³ ER 2005:35.

²⁴ Energimyndigheten, Internet.

²⁵ Energimyndigheten, *Energiläget 2004*, 2004.

Figur 3. Statens intäkter av energiskatter 2003²⁶

För ett el-producerande kondenskraftverk som KKAB är just skatterna ingen stor post med den driftsituation som råder idag men det är dock ett antal skatter som bör redovisas och som har betydelse för verksamheten. Elproduktion i Sverige ska vara befriad från koldioxidskatt men kväveoxidavgift som uppgår till 40 kronor per kilo utsläppta kväveoxider och svavelskatter som uppgår till 27 kronor per kubikmeter olja för varje tiondels viktprocent svavelinnehåll ska betalas, därtill kommer en skatt på den el som används inom kraftverket.

För närvarande sker en översyn av det svenska skattesystemet som har till syfte att anpassa detta till gällande regler inom EU för konkurrens och statsstöd. Det finns en orolighet inom energibranschen att detta dramatiskt kan öka näringslivets skattebörda.²⁷

3.3.4 IPPC/BAT

1996 antogs av EU ett direktiv som hade som syfte att minska utsläppen från ett antal punktkällor inom unionen,²⁸ det så kallade IPPC-direktivet (Integrated Pollution Prevention and Control). En viktig skillnad mellan detta direktiv och tidigare miljörelaterade beslut inom EU är ordet integrerad, syftet med IPPC är alltså att förebygga utsläpp genom att integrera teknik i anläggningen som förhindrar bildning av miljöfarliga ämnen, tidigare fanns bara beslut som reglerade "end of pipe" problem. Den stora förändringen som industrin måste anpassa sig till för att bli godkända vid en tillståndsprovning enligt detta direktiv är att relatera anläggningens komponenter till BAT (Best Available Technology). BAT, Bästa tillgängliga teknik, är den teknik som är mest utvecklad och mest lämplig att utgöra grunden för utsläppsgränsvärden. Den har till syfte att hindra och när detta inte är möjligt, att generellt minska utsläpp och en verksamhets påverkan på miljön som helhet.²⁹ Vad som kan anses vara BAT fastslås i en så kallad BREF för olika basområden, det är en referenshandling som anger vilka tekniker som finns tillgängliga och till exempel vilka utsläppsvärden som kan accepteras. I IPPC-direktivets artikel 2.11 definieras BAT som:

"bästa möjliga teknik: det effektivaste och mest avancerade stadium vad gäller utvecklingen av verksamheten och tillverkningsmetoderna som anger en given tekniks praktiska lämplighet för att i princip utgöra grunden för utsläppsgränsvärden och som har till syfte att hindra och, när detta inte är möjligt, generellt minska utsläpp och påverkan på miljön som helhet. Med - teknik avses både använd teknik och det sätt på vilket anläggningen utformas, uppförs, underhålls, drivs och avvecklas, - tillgänglig avses att tekniken skall ha utvecklats i sådan utsträckning att den kan tillämpas inom den berörda industribranschen på ett ekonomiskt och tekniskt genomförbart sätt och med beaktande av kostnader och nytta, oavsett om tekniken tillämpas och produceras inom den berörda medlemsstaten, förutsatt att den berörda verksamhetsutövaren på rimliga villkor kan få tillgång till den, - bästa avses den teknik som är mest effektiv för att uppnå en hög allmän skyddsnivå för miljön som helhet".³⁰

²⁶ Energimyndigheten, *Energiläget 2004*, 2004.

²⁷ Norman, Bengt. VD för KKAB

²⁸ EIPPCB. Internet

²⁹ Karlsson, Eveline och Albrektson, Jessica. *IPPC-direktivets "bästa tillgängliga teknik" (BAT) i Sverige*, 2002

³⁰ Europeiska Unionen, *IPPC-direktivet*, Internet

För att de europeiska företagens investeringskostnader initialt inte ska bli för höga finns en övergångsperiod för genomförandet och tillståndsprovningen av industrianläggningar. Den började gälla när direktivet antogs 1996 och sträcker sig fram till oktober 2007. För närvarande pågår arbetet med att även ta fram en BREF för energieffektivisering, ENE REF. Den ska ge svar på hur man kan som företag redovisa en effektiv energianvändning och energiproduktion men även ge en definition av energieffektivisering, föreslå metoder och tekniker att implementera i anläggningar för att öka effektiviteten och granska goda exempel på energiledningssystem.³¹ Det är meningen att även energieffektivisering ska ingå i tillståndsprovningen i framtiden, men när denna BREF ska vara klar är fortfarande osäkert.

³¹ European Commission. *Technical working group on energy efficiency in industrial installations.*

4 Mål

4.1 Målsättning från KKAB

På Karlshamn kraft AB förbrukas i dag ca 40 GWh hjälpenergi per år. Energin kommer ifrån el eller olja. Med tanke på de höga energipriserna som råder så är det av stor vikt att reducera den stora energiåtgången. Från KKAB är målet att spara 1 GWh energi.

Den här rapporten ska också kunna användas som underlag för IPPC direktiv och ISO 14001 certifiering.

4.2 Målsättning från LTH

Studenterna skall visa förmåga att tillämpa kunskaper förvärvda under studietiden. Problem metodik och lösningsbedömningar skall behandlas och presenteras på ett vetenskapligt sätt. Examensarbetet ska innebära fördjupning eller nyskapande inom ett ämnesområde³².

³² Bolmsjö, Gunnar. *PM för examensarbete vid Maskinteknikprogrammet.*

5 Analys

Första steget i en energiutredning är att ta reda på vilka energisänkor som finns, rangordna dem efter energiåtgång, ta reda på hur de fungerar, och sedan se vad som går att göra för att spara energi, en analysfas.

5.1 Metod – allmän

Det första som gjordes var att få en allmän genomgång av kraftverket, information om kraftverkets olika delar och funktioner. Sedan följde en rad intervjuer med olika människor på kraftverket för att få mer information om olika områden, och för att få personalens synpunkter på vad som de ansåg borde göras. Egna iakttagelser och mätningar är också gjorda för att få ytterligare mer information och underlag. En sak som visat sig viktigt är att ifrågasätta olika funktioner och konstruktioner, och fråga om det verkligen behöver vara på det sättet som det är.

Nästa steg är nu att sortera upp de olika områdena och främst koncentrera sig på dem som drar mest energi och fördjupa sig mer i dem. Sedan görs olika förslag till förbättringar, som utvärderas med hänsyn till kostnad och energibesparing. När de olika förslagen är genomarbetade så sammanställs de och visar då fördelar och nackdelar med respektive förslag. Sedan är det upp Karlshamn kraft AB att avgöra om investeringarna skall genomföras.

5.2 Resultat (och generell områdespresentation)

För att strukturera upp arbetet har de områden som på förhand har potential till besparingar delats upp i större och mindre områden. De som betecknas större är nödvändigtvis inte mer effektkrävande men kräver ett större mått av analys för att få en klar bild av energianvändningen. Denna uppdelning skedde innan det stod klart vad som var mest tidskrävande och ska därför inte heller ses som en uppdelning av moment som tagit längst tid.

De områden som anses ha potential till energibesparing enligt metod i kapitel 6.2 är:

Större områden

- Mättat ångsystem
- Avfuktare
- Instrumentluftsystem
- Omrörare I DeSOx-anläggning
- Saltvattensystem
- Ventilationssystem

Mindre områden

- Frekvensomformare till oljepumpar
- Byte av instrumentluftkompressorer
- Belysning
- Motorvärmare
- Kondensat Avgasning mavatankar.

6 Systembeskrivning av energisänkor

6.1 Mättat ångsystem

På KKAB finns två hjälpångsystem, mättat ångsystem och hjälpångsystemet. Dessa två system är skilda åt och används för olika ändamål. Det mättade ångsystemet har ett lägre ångtryck (ca 10 bar) och används för att värma komponenter där det finns risk för oljeinblandning. Hjälpångsystemet som har ett högre ångtryck (ca 14 bar) används bland annat vid uppstart av kraftverket, för att generera ånga till det mättade ångsystemet, och i svavelreningsanläggningen där det är viktigt att olja inte blandas in då den kan orsaka skador. Hjälpångsystemet används även vid beredskap och stillestånd.

På Karlshamnsverket finns en oljepanna och en elpanna som förser hjälpångsystemet med värme då kraftverket står stilla eller vid uppstart. Vilken som körs är beroende på vad som för tillfället är billigast.

När det gäller det mättade ångsystemet så finns en mindre mavatank, eller kondensat tank på respektive block som förser ånggeneratoren med hett kondensat (se ritning i bilaga nr 13.1.4). Ånggeneratoren fungerar som en värmeväxlare. På den ingående varma sidan kommer ångan ifrån el-, eller oljepannan, eller då kraftverket är i drift ånga från högtrycksturbinen.

Vid låg nivå i någon mavatank fylls den på med renvatten eller vatten från stora mavatanken. En förbindelse mellan ånggeneratorernas mavatankar finns och är tänkt som en nivåutjämnare, men på grund av det stora avståndet mellan mavatankarna så blir tryckförluster i rören för stora för att en sådan funktion skall fungera. I från ånggeneratoren går en ledning till den mättade ånglådan som förser dagtankar där man förvarar olja motsvarande ca en dags drift för respektive block, lagertankar för tung olja, oljeledningar, oljelager i berget, och brännoljaförvärmning med ånga. Då kraftverket inte är i drift så används främst ånggeneratoren på block 1.

6.1.1 Problem

Det mättade ångsystemet är inte i balans vilket resulterar i att mavatankarna svämmer över på något block och fylls på med kallt renvatten på något annat. Ett annat problem är att kondensatledningarna vid dagtankarna, som värmer oljeledningarna mynnar ut i gruset istället för att ledas tillbaka till kraftverket.

Från dagtankarna på block 2 och 3 kommer väldigt mycket ånga tillbaka till mavatankarna. Det finns en ventil (C3/14 se ritning 13.1.2) som styr ångflödet för värmning av oljeledningarna vid dagtankarna. Denna ventil är manuellt reglerad och är oftast för mycket öppen vilket resulterar i att för mycket ånga släpps på i förhållande till vad som behövs. För att få tillbaka kondensat i stället för ånga måste denna ventil temperaturreglas. Vi anser att det mättade ångsystemet borde gå att sluta helt och återanvända allt kondensat.

Kondensatledningen från värmningen av oljelager i berget går till mavatankarna på block 1 och 2 men inte till block 3. Då kraftverket är i drift så används först och främst block 3 och då också ånggeneratoren på block 3. För att öka balansen i systemet skulle det vara lämpligt att kondensatledningen från berget också kan gå till mavatanken på block tre.

6.1.2 Energiförbrukning

De mätningar som har gjorts visar att ca 3000 m³ 100°C kondensat försvinner ut ur systemet varje år. 500m³ försvinner ut vid dagtankarna på grund av att kondensatledningarna mynnar ut i gruset. Resterande är översvämningar i mavatankarna, främst på block 1. Kommunikationen mellan de tre mavatankarna fungerar inte riktigt som den ska. Det är för stora tryckförluster i ledningarna mellan blocken för att utjämna nivåerna i tankarna. Däremot fungerar det att förse den ånggeneratorn som för tillfället är i drift med kondensat från de olika mavatankarna. Problemet är att ha en bra inställning på de reglerventiler som reglerar flödet från de olika mavatankarna till ånggeneratorn.

För att få en optimal reglering måste ventilen ställas om beroende på hur mycket ånga som ska lämna ånggeneratorn. Pumparna som driver kondensatflödet till ånggenerator går med konstant varvtal och överflödet av kondensat går tillbaka till mavatanken på samma block. Om reglerventilen släpper igenom för stort flöde, och ånggeneratorn går med låg last så kommer kondensat att tas från mavatankarna på de andra blocken och fylla på i mavatanken på det block vars ånggenerator är i drift vilket resulterar i att det svämmar över i den mavatanken samtidigt som det fylls på med kallt renvatten i de andra mavatankarna. Är ventilen för mycket strypt så kan det svämma över i de andra mavatankarna och det måste fyllas på med renvatten i mavatanken på det block vars ånggenerator körs.

6.1.3 Potentiella besparingar

Kondensatet som går förlorat skall återanvändas, vilket sparar både energi och renvatten. Detta kan göras genom bättre reglering av kondensatflödet, och att det kondensat som går förlorat vid dagtankarna leds tillbaka till kraftverket.

6.2 Avfuktare

Det finns sammanlagt 12 stycken större avfuktare på Karlshamn kraft. Dessa är till för att avfukta rökgaskanaler, oljepannor, elfilteranläggning och ångturbinerna så att korrosion undviks. När kraftverket inte är i drift så används samtliga avfuktare som då har ett sammanlagt effektuttag på ca 400 kW. För exakt placering och effektförbrukning av respektive avfuktare, se tabell 3.

Tabell 3. Avfuktarnas effektförbrukning och placering.

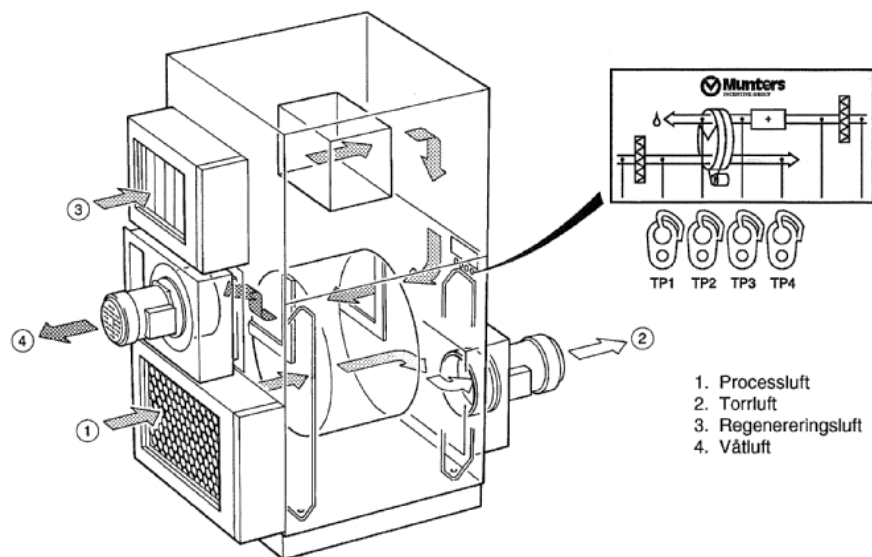
Modell Avfuktare	Effektförbrukning (kW)	Placering
DST Sorption Technics	12	Turbinhall
DST Sorption Technics	12	Turbinhall
DST Sorption Technics	12	Turbinhall
DST Sorption Technics	25	Panna
Cotes	25	Panna
Cotes	25	Panna
Cotes	12	Elfilteranläggning
Munters	55	Katalysatorplan block 2
Munters	55	Katalysatorplan block 3
Munters	55	Rökgaskanaler
Munters	55	Rökgaskanaler
Munters	55	Rökgaskanaler

6.2.1 Funktionssätt avfuktare³³

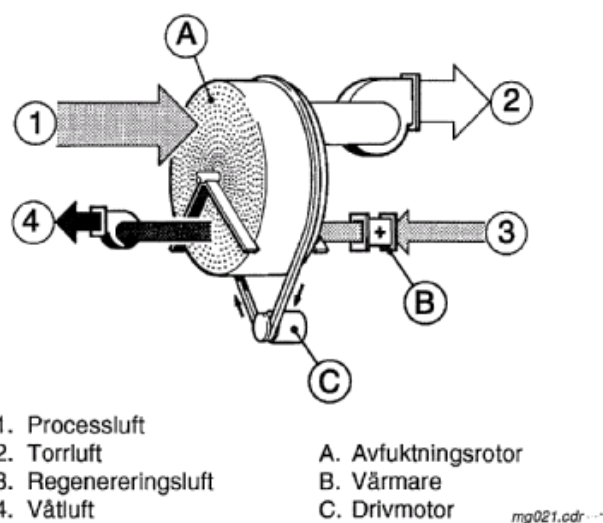
På en avfuktare, från Munters, finns två inlopp och två utlopp för luften. Den suger in process och regenereringsluft och lämnar torr och våtluft (se figur 1). Luften som skall avfuktas (processluft) leds igen en avfuktningssrotor. På Munters avfuktare är rotorn indelad i två sektioner, processektorn (270°) och regenereringssektor (90°) (se figur 2). Rotorns väggar är impregnerade med ett absorberat medel som fångar upp fukt. Den torra luften blåses därefter ut genom torrluftsutloppet.

Samtidigt värms en separat luftström (regenereringsluft) upp och förs genom rotorns regenereringssektor. Den varma luften tar upp fukt i rotorn och lämnar sedan avfuktaren (våtluft).

Rotorn roterar långsamt (ca 8 varv per timme) under hela förloppet så att avfuktningssprocessen hela tiden upprepar sig.



Figur 4. Luftflödesschema Munters MX 5000.



Figur 5. Avfuktningssrotor Munters MX 5000.

³³ Munters. *Teknisk handbok*.

6.2.2 Problem

Dagens effektuttag är högre än vad det behöver vara. Avfuktarna är inte optimalt inställda för det behov av avfuktning som behövs. Det finns heller ingen återkopplad reglering av fuktigheten från området som skall avfuktas.

6.2.3 Potentiella besparingar

Installera värmeväxlare mellan regenereringsluften och den utgående varma fuktiga luften. Koppla in hygrostater som känner av den relativa fuktigheten och reglerar värmelementen i avfuktaren så att inte onödigt mycket effekt används.

6.3 Rökgasrening³⁴

Kraven på utsläpp är stränga och det är av stor vikt både ekonomiskt och miljömässigt att avgaserna renas innan de lämnar Karlshamnsverket. Vid all förbränning bildas kväveoxider (NO_x). Det finns krav på Karlshamnsverket sedan 1997 att de endast får släppa ut 70 mg NO_x per MJ tillfört bränsle som årsmedelvärde.

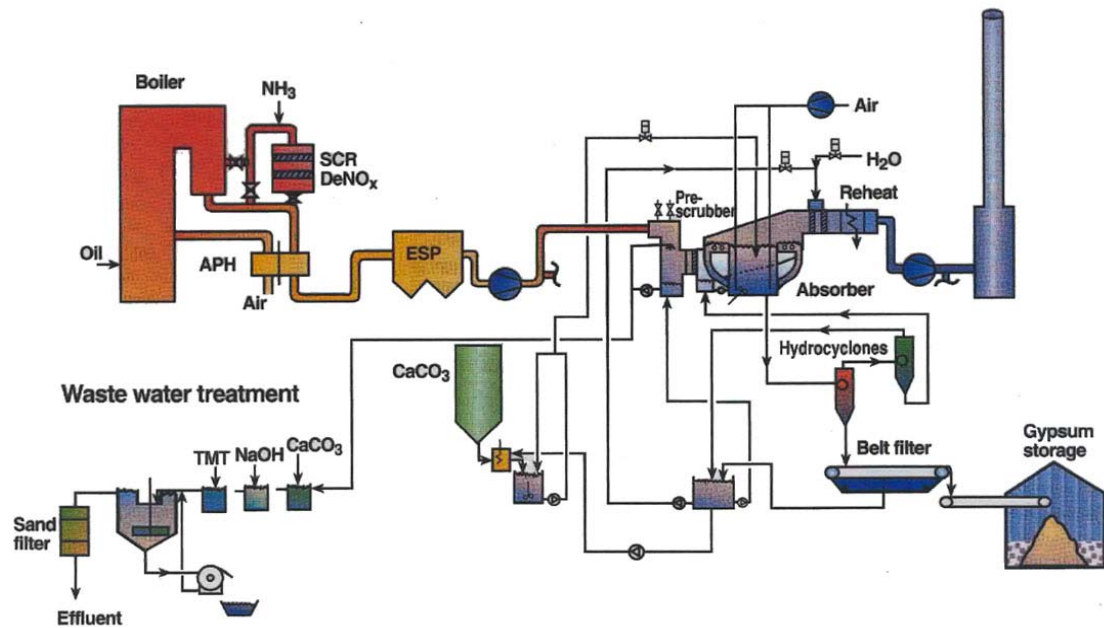
Första steget i rökgasreningen är katalysatorn. Där passerar rökgaserna, efter att blandats med förångad ammoniak genom kanaler av keramik. Keramiken är doppad i vanadinpentoxid som utgör den aktiva komponenten i katalysatorn. I den kemiska reaktionen som uppstår bildas kvävgas och vatten som båda förekommer naturligt i den luft vi andas. Katalysatorn har en volym på 120 m³ och en 85%-ig rening på kväveoxiderna.

I nästa steg passerar rökgaserna ett elfilter där stoft faller ut. Reningsgraden är över 90 %. Stoftet skickas till uppabetning där värdefulla metaller så som vanadin och nickel tas till vara.

Kraven på utsläpp av svavel tillåter max 25 mg svavel per MJ tillfört bränsle. Utan avsvavling skulle det krävas en olja med mindre än 0,1 % svavel. En sådan olja är både dyr och svåråtkomlig i så stora kvantiteter som krävs.

Efter att rökgaserna passerat elfiltret når de avsvavlingsanläggningens första steg förskrubben. Här tvättas reststoft bort samtidigt som rökgaserna kyls och mättas med fuktighet. I absorbern reagerar svaveldioxiden i rökgaserna med finmald kalksten och bildar slutprodukten gips (Kalciumsulfat). Från absorbern avskiljs gipsen med hjälp av hydrocykloner och vakuumbandfilter varefter den lagras. Gipset används främst som råmaterial till gipsplattor.

³⁴ KKAB. *Karlshamnsverket ett miljöanpassat oljekraftverk.*



Figur 6. Schematisk skiss över rökgasrening³⁵

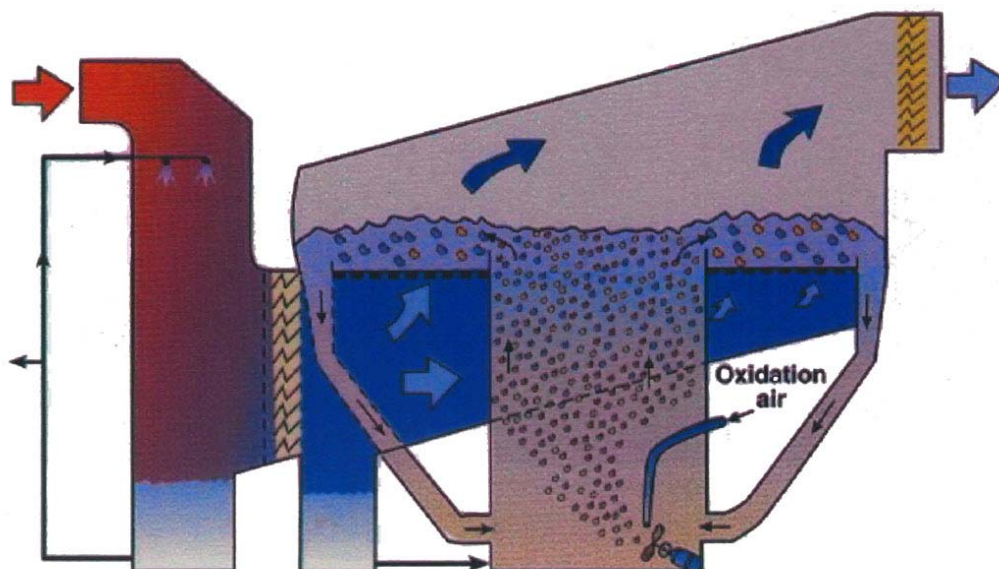
6.3.1 Problem

I alla behållare/cisterner där kalkslurry sedimenteras anses det vara en nödvändighet med omrörare för att underlätta en uppstart av svavelreningsanläggningen. Dessa omrörare drivs med elmotorer som har en effekt på mellan 1 och 36 kW. Då vissa omrörare är i kontinuerlig drift innebär dessa en betydande energianvändning (en 9 kW motor förbrukar ca 80 MWh/år) och ger utrymme för besparingar.

6.3.2 Potentiella besparingar

Det finns 4 omrörare till absorbern (märkeffekt på 36/9 kW), 5 stycken till sumpen (11 kW) och 4 stycken till förskrubbern (3,5 kW) som är i kontinuerlig drift. Om alla dessa kan stängas av och ersättas med en annan lösning på sedimenteringsproblemet skulle den potentiella besparingen bli nära 800 MWh/år (räknat med 1000 drifttimmar på block 3). Det finns även flera mindre omrörare i anläggningen men de kan antingen uteslutas direkt i effektiviseringssynpunkt på grund av antingen att de har för liten märkeffekt för att vara intressanta i detta sammanhang eller för deras specifika driftsituation (dvs. de är inte i drift alls).

³⁵ KKAB. OH-presentation.



Figur 7. Absorber, sump och förskrubber.³⁶

6.4 Instrumentluftsystem

För att tillgodose kraftverket med tryckluft till diverse mätinstrument och ventiler finns det två kompressorer till varje block, dessa strävar efter att hålla ett konstant tryck av 6,5 Bar i ledningarna se ritning nummer 13.1.3.

6.4.1 Problembeskrivning

Det har framkommit vid intervjuer att instrumentluftsystemet i allmänhet lider av läckage på många ställen, läckage som är svåra att identifiera och kostsamma att åtgärda. Det har även antytts, men ej bekräftats, att det aktuella driftstrycket är överdimensionerat för systemet när blocken ej är i drift. Kompressorernas effektuttag har ökat under kraftverkets livstid utan att det har installerats nya komponenter i systemet vilket tyder på dåligt resursutnyttjande.

³⁶ KKAB. OH-presentation

7 Åtgärdsförslag

De åtgärder som presenteras nedan har tagits fram med avseende på god teknisk prestanda och ekonomisk gynnsamhet. Förslagen har noga genomarbetats med samråd från leverantörer och konsulter från bland andra avfuktarinstallatören i Malmö AB och Alnab. När investeringsbedömningar beräknats har i enlighet med KKAB driftchefs önskemål används en kalkylränta på 5 % och en återbetalningstid på 3 år.

7.1 Mättat ångsystem

Vad beträffar det mättade ångsystemet så finns olika alternativa lösningar på hur man skulle kunna minska förlusterna på kondensatet. Ett sätt är att automatisera reglerventilerna som sitter i mellan ånggeneratorernas mavatankar, och på så sätt se till att inget kondensat rinner ut i svallbasängen. Ett annat sätt är att ersätta de tre olika mavatankarna med en stor gemensam tank som kan förse alla ånggeneratorerna med vatten. Det kondensat som går förlorat vid dagtankarna skall ledas tillbaka in i kraftverket.

7.1.1 Reglering av ventiler

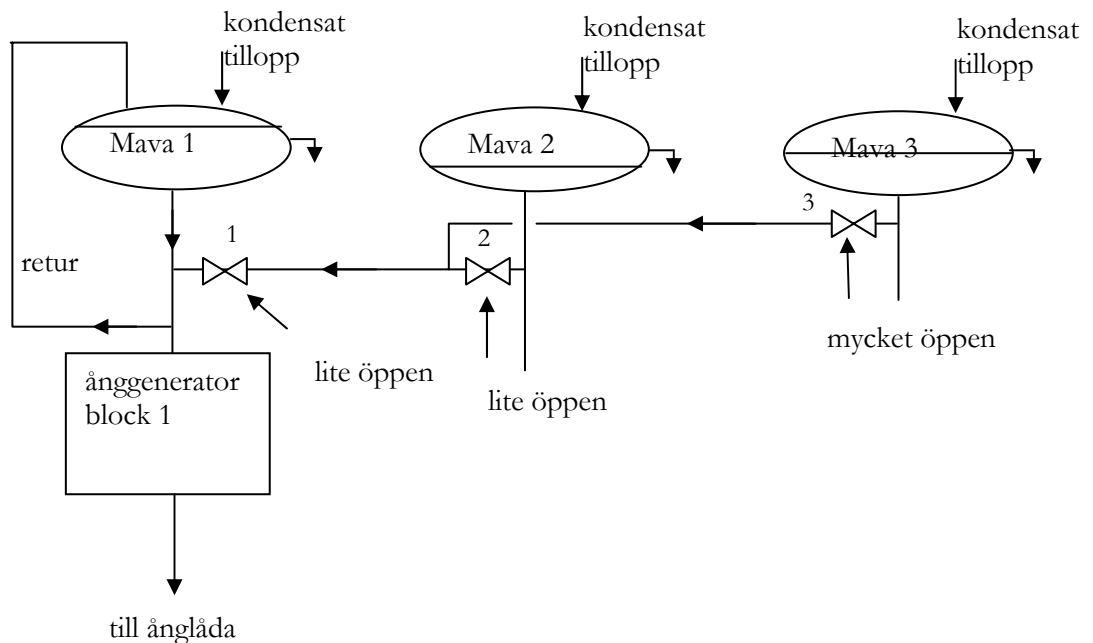
I mellan mavatankarna sitter reglerventiler som styr kondensatflödet från mavatankarna till den ånggenerator som körs (se bilaga 13.1.6). Dessa ventiler är i dag manuellt reglerade, vilket betyder att de måste ställas om mellan de olika driftfallen för att inte kondensat ska försvinna ut ur systemet.

För att minska kondensatförlusterna i ånggeneratorernas mavatankar så ska kondensatflödet från tankarna regleras per automatik. I dag finns det manuellt reglerade ventiler på den kondensatledning som finns i mellan mavatankarna. Syftet med denna ledning är att kunna förse en ånggenerator med kondensat från alla mavatankar, men är ventilen vid ånggeneratorn för mycket öppen så kommer tillhörande mavatank att svämma över.

Ventilerna ska istället regleras automatiskt på vätskenivån i mavatankarna. Det är också ett krav att veta vilken ånggenerator som för tillfället körs.

Ex

Ånggeneratorn på block 1 körs. Mavatanken på block 1 har hög vätskenivå, mavatanken på block 2 har låg vätskenivå, och mavatanken på block 3 är halvfull. Detta är ett vanligt scenario och detta resulterar i dag i att mavatanken på block 1 svämmas över för att för mycket kondensat tas från mavatanken på block 2 och 3 och för lite från block 1. Istället ska det se ut som följande.



Figur 8. Exemplifiering av hur ett regelsystem kan se ut.

Om den reglerventilen (1) som sitter vid ånggeneratorm som för tillfället är i drift, i detta fall block 1, sluter då vätskenivån i tillhörande mavatank stiger, kommer nivån att sjunka. Anledningen till det är att ånggeneratorm konsumerar mer kondensat än vad mavatank 1 tar emot. De andra reglerventilerna måste arbeta inverterat det vill säga om vätskenivån i mavatank 2 är låg så ska tillhörande ventil sluta så att lite kondensat lämnar tanken och vätskenivån stiger igen. Om vätskenivån i någon mavatank fortfarande är för låg så ska det fyllas på med renavatten. Det är viktigt att nivån för påfyllning av renavatten ligger under den understa reglernivån för ventilerna. I princip så ska det räcka att påfyllning sker i den mavatank vars ånggenerator körs. På detta sätt ska man kunna undvika att det svämmar över i någon mavatank. Hänsyn måste tas till de långa avstånd som gäller mellan blocken. De långa avstånden innebär stora tryckförluster i rören. Detta innebär att ventilen på block 3 måste vara mer öppen än den på block 2 fast vätskenivån är lika på de båda blocken.

Kostnader³⁷

3 st ventiler DN80 PN16/40 med pneumatiskt don

3 st kapacitiva elektroder

3 st Elektronikenheter till elektroden

Kostnaderna för dessa komponenter blir 165 000 kr.

Besparingar

Förluster i kondensat per år = 2500 m³

Kondensatet är ca 100 °C varmt, och är uppvärmt från ca 20 °C

Energimängd = massa [kg]* (entalpi för vatten vid 100 °C, 1 atö [kJ/kg] – entalpi för vatten vid 20 °C, 1 atö [kJ/kg]) = 2,5E⁶*(417,5 – 84) = 833,75E⁶ kJ = 231,6 MWh/år

³⁷ Costa, Manuel. Alnab, Göteborg

Om oljepannan används för uppvärmning av vattnet så blir besparingen av olja:

Pannans effekt = 12 MW

Oljeförbrukning vid full effekt 1,3 ton olja

Verkningsgrad 88 %

Olja/MWh = $(1,3 \cdot 1000) / (12 \cdot 10^6 \cdot 0,88) = 0,123 \text{ ton/MWh}$

Total mängd olja som kan sparas = $0,123 \cdot 231,6 = 28,5 \text{ ton olja/år}$

Kostnaden för uppvärmningen varierar och beror på om oljepannan eller elpannan används och vilket pris som för närvarande råder på olja respektive el.

Antag ett pris för uppvärmning på 30 öre/kWh.³⁸

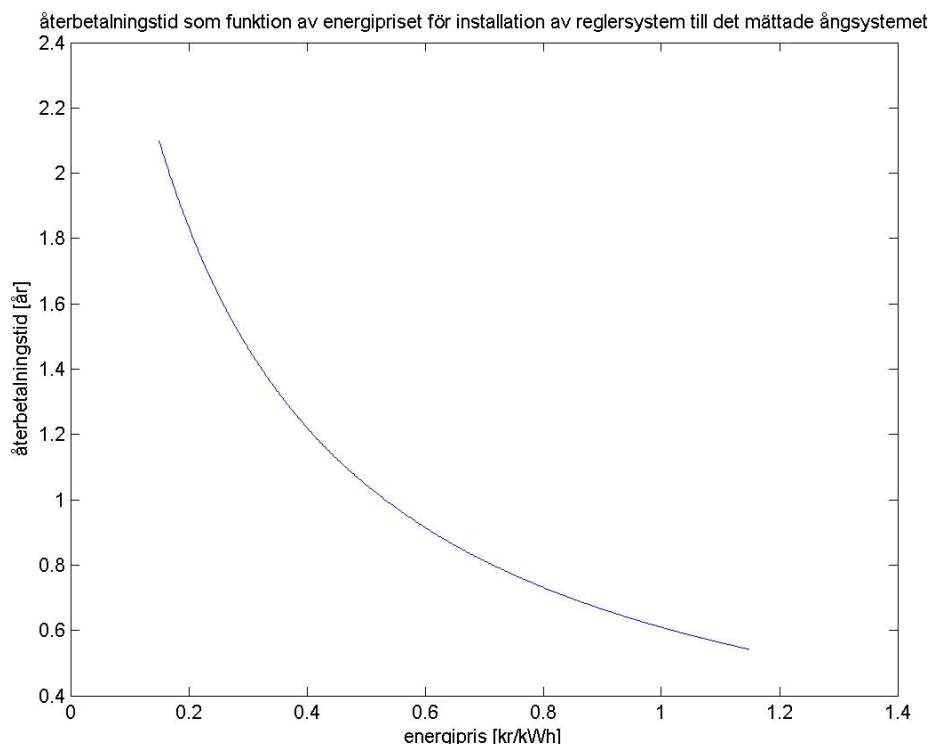
Kostnad för 1 m^3 renvatten = 20 kr

Besparing/år = $231600 \cdot 0,3 + 2500 \cdot 20 = 120\,000 \text{ kr}$

Antag en kalkylränta på 5 % och återbetalningstid på 3 år.

$$\text{Nuvärdet} = \frac{1 - (1 + \text{kalkylränt } a)^{-\text{återbetalningstid } \text{år}}}{\text{kalkylränt } a} \cdot \text{besparing/år} = \frac{1 - (1 + 0,05)^{-3}}{0,05} \cdot 120000 = 326790 \text{ kr}$$

$$\text{återbetalningstid } \text{år} = - \frac{\ln\left(1 - \frac{\text{invkost}}{\text{besparing/år}} \cdot \text{kalkylränt } a\right)}{\ln(1 + \text{kalkylränt } a)} = - \frac{\ln\left(1 - \frac{165000}{120000} \cdot 0,05\right)}{\ln(1 + 0,05)} = 1,46 \text{ år}$$



Figur 9. Återbetalningstid som funktion av energipriset för installation av reglersystem på det mättade ångsystemet.

³⁸ Aktuell elpris hösten 2005 ca 30 öre/kWh, aktuellt oljepris vid samma tidpunkt ger en kostnad på ca 20-30 öre/kwh ex utsläppsavgifter.

Utöver materiella kostnader tillkommer kostnader för installation vilket kommer att förlänga återbetalningstiden något.

7.1.2 Ersätta ånggeneratorernas mavatankar med en gemensam

Ett sätt att undvika kondensatförlusterna som uppkommer på grund av översvämningar i ånggeneratorernas mavatankar är att ersätta de tre mavatankarna med en gemensam. Med detta så undviker man obalansen i kondensatflödena mellan mavatankarna. Den gemensamma tanken bör placeras på block 2 så att avståndet till ånggeneratorerna blir jämt fördelat. Placeringen av tanken och vätskenivån i tanken bör vara lite lägre än nuvarande tank på block två för att underlätta tillrinning av kondensat, men inte så pass lågt att det riskerar orsaka kavitation av ånggeneratorns pumpar. Då kraftverket inte är i drift bör ånggeneratorn på block 2 användas så att rörförlusterna minimeras. Den tekniska specifikationen av tanken är nästan likadan som de nuvarande tankarna, se bilaga 13.1.8, där den viktigaste delen är oljeavskiljaren. Den enda större skillnaden är att den nya tanken ska vara större, ca 20 m³, nuvarande kapacitet för de tre mavatankarna är ca 10 -12 m³ totalt.

Det finns vissa invändningar mot detta förslag, bland annat att det skulle öka skadornas omfattning vid oljeinblandning i systemet, dvs. att alle tre block skulle bli kontaminerade. En annan fråga som dykt upp vid intervjuer av personal vid kraftverket är hur en revision av systemet skulle gå till. Lösningen bör bli att det nuvarande systemet med tre tankar finns kvar även i fortsättningen så att det finns en reserv att användas vid till exempel revision eller haveri av huvudsystemet.

7.1.3 Slutet kondensatsystem

Vid dagtankarna (bilaga 13.1.2) på respektive block sitter det i änden av kondensatledningarna ett antal ångfallor där ånga men även kondensat ventileras utomhus. Förlusterna har visat sig vid mätningar vara betydande. Cirka 500 m³ kondensat och ånga försvinner ut ur systemet här. Åtgärden blir följaktligen att leda tillbaka detta spill in i systemet igen. Detta görs enklast genom att förbinda befintlig returledning med utloppsledningen.

De mätningar som är gjorda visar att 15,3 kW ånga och kondensat lämnar systemet. Om effektförlusterna är lika stora året om så blir den totala energiförlusten 134 MWh/år.

7.2 Avfuktare

För att minska energiåtgången på avfuktarna kan olika åtgärder göras. Ett förslag är att installera värmeväxlare och på så sätt ta till vara annars förlorad värmeenergi. En annan sak som kan göras är att mäta den relativa luftfuktigheten och reglera temperaturen på regenereringsluften så att avfuktaren bara förbrukar så mycket effekt som krävs för att uppnå den önskade luftfuktigheten.

7.2.1 Installera värmeväxlare

Genom att installera värmeväxlare till avfuktarna kan man spara ca 20 % av effekten. Värmeväxlarna skall kopplas så att den utgående varma luften skall växlas med ingående regenereringsluft (se kap 7.2). Förslagsvis så installeras värmeväxlare på de större avfuktarna först, eftersom mest energi kan sparas där. Då det gäller Munters avfuktare så måste värmeelement plockas bort, lika stor effekt som sparas måste plockas bort. Detta beror på att Munters avfuktare inte kan känna av ingående temperatur på regenereringsluften till skillnad från Cotes och antagligen också DST Sorption Technics enligt Anders Svensson på avfuktarinstallatören i Malmö AB.

7.2.1.1 Munters

Totalt antal avfuktare 5 st på vardera ca 55kW. På dessa avfuktare måste värmeelement med motsvarande effektminskning som värmeväxlarna sparar plockas bort. Detta är för att Munters avfuktare inte kan känna av ingående temperatur.

Kostnad för installation av en värmeväxlare³⁹

Värmeväxlare PWT 700/700-6,5: 21900 kr/vvx

Bortplockande av värmeelement: ca 900 kr/vvx (ca 2 tim * 450 kr)

Materiel⁴⁰

Fyrkant400/200 till runt 200: 465 kr

3m 200 spirorör: 249 kr

Böj pris: 184 * 2: 368 kr

Arbete ca: 1000 kr

Totalt: 24,9 kkr

Besparingar

Antag en drifttid på blocken på 1000 tim/år. Detta ger att avfuktarna är i bruk 365*24-1000 = 7760 tim/år

Varje värmeväxlare sparar ca 10,8 kW.

7760*10,8 = 83,8 MWh/år

Om priset för el är 30 öre/kWh så sparas 83808 * 0,3 = 25142 kr/år

Totalt: 25,1 kkr/år

Antag en kalkylränta på 5 % och återbetalningstid på 3 år.

$$Nuvärdet = \frac{1 - (1 + \text{kalkylränt } a)^{-\text{återbetalningstid } \text{år}}}{\text{kalkylränt } a} \cdot \text{besparing/år} = \frac{1 - (1 + 0,05)^{-3}}{0,05} \cdot 25142 = 68467 \text{ kr}$$

68,5 > 24,9 kkr, alltså en lönsam investering.

Besparing på de 3 första åren blir 68,5-24,9 = 43,6 kkr/VVX

³⁹ Svensson, Anders. Avfuktarinstallatören i Malmö AB.

⁴⁰ Andersson, Jörgen P. KKAB.

$$\text{återbetaln ingstid } \text{år} = - \frac{\ln\left(1 - \frac{\text{invkost}}{\text{besparing/år}} \cdot \text{kalkylränt } a\right)}{\ln(1 + \text{kalkylränt } a)} = - \frac{\ln\left(1 - \frac{24882}{25142} \cdot 0,05\right)}{\ln(1 + 0,05)} = 1,04 \text{ år}$$

7.2.1.2 Cotes och DST Sorption Technics vid pannan på respektive block

Totalt antal avfuktare 3 stycken på ca 25 kW vardera.

Kostnad för installation av en värmeväxlare⁴¹

Värmeväxlare PWT 500/500-5,5: 13600 kr/vvx

Materiel

Fyrkant 400/200 till runt 200: 465 kr (gäller inte DST)

3m 200 spirorör: 249 kr

Böj pris 184 kr * 2: 368 kr

Arbete ca: 1000 kr

Totalt: 15,7 kkr

Besparingar

Antag en drifttid på blocken på 1000 tim/år. Detta ger att avfuktarna är i bruk $365 \cdot 24 \cdot 1000 = 7760$ tim/år

Varje värmeväxlare sparar ca 4,5 kW.

$7760 \cdot 4,5 = 34,9$ MWh/år

Om priset för el är 30 öre/kWh så sparas $34920 \cdot 0,3 = 10476$ kr/år

Totalt: 10,5 kkr/år

Antag en kalkylränta på 5 % och återbetalningstid på 3 år.

$$\text{Nuvärdet} = \frac{1 - (1 + \text{kalkylränt } a)^{-\text{återbetalningstid } \text{år}}}{\text{kalkylränt } a} \cdot \text{besparing/år} = \frac{1 - (1 + 0,05)^{-3}}{0,05} \cdot 10476 = 28529 \text{ kr}$$

$28,5 > 15,7$ kkr alltså en lönsam investering

Besparing på de 3 första åren blir $28,5 - 15,7 = 12,8$ kkr

$$\text{återbetaln ingstid } \text{år} = - \frac{\ln\left(1 - \frac{\text{invkost}}{\text{besparing/år}} \cdot \text{kalkylränt } a\right)}{\ln(1 + \text{kalkylränt } a)} = - \frac{\ln\left(1 - \frac{15682}{10476} \cdot 0,05\right)}{\ln(1 + 0,05)} = 1,59 \text{ år}$$

⁴¹ Svensson, Anders. Avfuktarinstallatören i Malmö AB

7.2.1.3 Cotes och DST vid elfilteranläggningen respektive turbinhallen

Totalt antal avfuktare 4 stycken på vardera ca 12 kW.

Kostnad för installation av en värmeväxlare⁴²

Värmeväxlare PWT 400/400: 11000 kr/vvx

Materiel

Fyrkant400/200 till runt 200: 465 kr (gäller inte DST)

3m 200 spirorör: 249 kr

Böj pris: 184 * 2: 368 kr

Arbete ca: 1000 kr

Totalt: 13,1 kkr

Besparingar

Antag en drifttid på blocken på 1000 tim/år. Detta ger att avfuktarna är i bruk $365 \cdot 24 \cdot 1000 = 7760$ tim/år

Varje värmeväxlare sparar ca 2,4 kW.

$7760 \cdot 2,4 = 18,6$ MWh/år

Om priset för el är 30 öre/kWh så sparas $18624 \cdot 0,3 = 5587$ kr/år

Totalt: 5,6 kkr/år

Antag en kalkylränta på 5 % och återbetalningstid på 3 år.

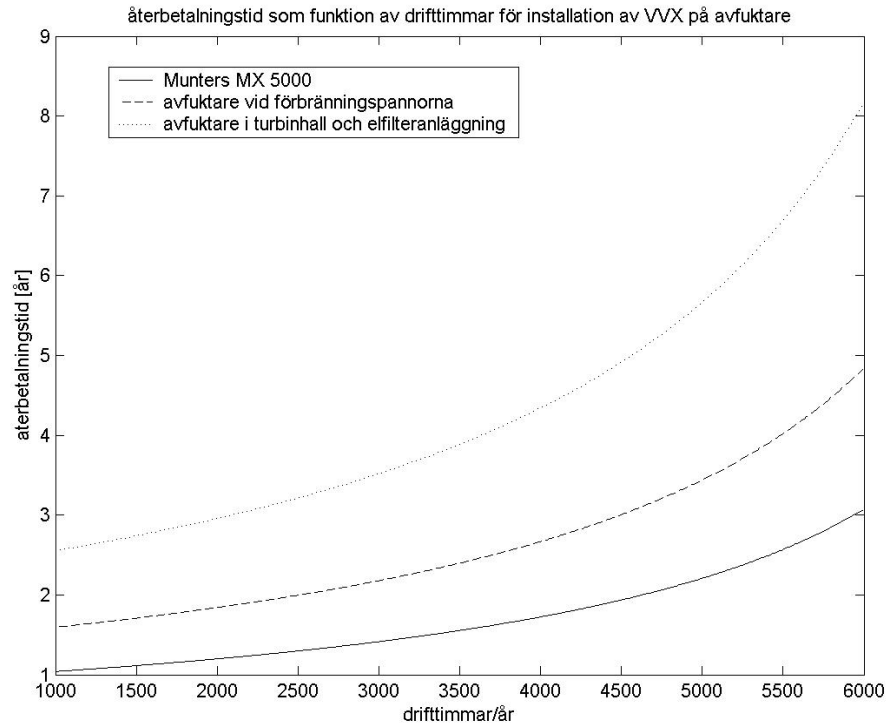
$$\text{Nuvärdet} = \frac{1 - (1 + \text{kalkylränt } a)^{-\text{återbetalningstid } \text{år}}}{\text{kalkylränt } a} \cdot \text{besparing/år} = \frac{1 - (1 + 0,05)^{-3}}{0,05} \cdot 5587 = 15215 \text{ kr}$$

$15,2 > 13,1$ kkr alltså en lönsam investering

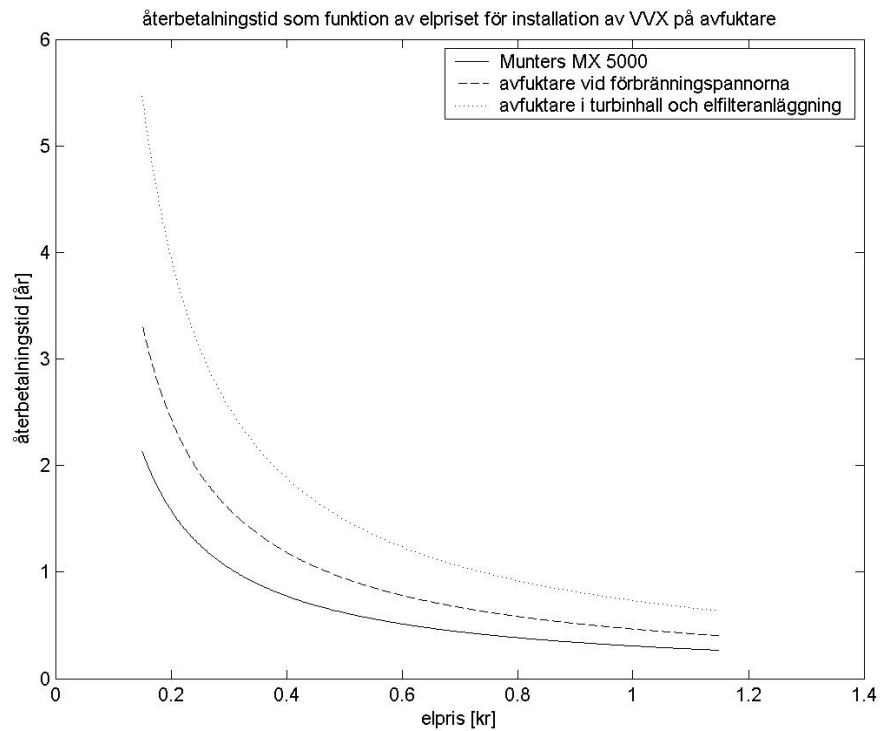
Besparing på de 3 första åren blir $15,2 - 13,1 = 2,1$ kkr

$$\text{återbetaln ingstid } \text{år} = - \frac{\ln\left(1 - \frac{\text{invkost}}{\text{besparing/år}} \cdot \text{kalkylränt } a\right)}{\ln(1 + \text{kalkylränt } a)} = - \frac{\ln\left(1 - \frac{13082}{5587} \cdot 0,05\right)}{\ln(1 + 0,05)} = 2,55 \text{ år}$$

⁴² Svensson, Anders. Avfuktarinstallatören i Malmö AB



Figur 10. Återbetalningstid som funktion av blockets el-producerande drifttimmar beräknat med ett elpris på 30 öre/kWh.



Figur 11. Återbetalningstid som funktion av elpriset. Drifttiden är satt till 1000 timmar/år

7.2.1.4 Sammanfattning värmeväxlare

Att döma utav beräkningarna ovan så görs störst besparningar på Munters avfuktare som också förbrukar mest energi. Desto mer energi avfuktarna förbrukar desto mer energi kan sparas. Om flera värmeväxlare beställs samtidigt så kommer investeringskostnaderna att minska säger Anders Svensson från avfuktarinstallatören i Malmö AB. Osäkerheten i beräkningarna ligger i elpriset och driftstiden på kraftverket, men också i arbetskostnaderna för installationerna. Skulle dessa parametrar ändras så förändras också kalkylen för investeringarna (se figur 3 och 4). Då beräkningarna är gjorda har ingen hänsyn tagits till var avfuktarna är placerade. Avfuktare på block 1 och 2 går oftare än de på block 3 eftersom block 3 används i första hand då kraftverket är i drift.

Tabell 4. Sammanställning av investering i värmeväxlare till avfuktare.

	Munters MX 5000 5 st	Cotes och DST vid pan- norna 3 st	Cotes och DST i turbinhall och elfilteranlägg- ning 4 st	Totalt
Investeringskost- nad per VVX [kr]	24 900	15 700	13 100	223 800
Energibesparing/år [MWh]	83,8	34,9	18,6	598
Återbetalningstid [år]	1,0	1,6	2,6	1,3
Finansiell bespa- ring per år efter återbetalningstiden [kr]	25 100	10 500	5 600	179 500

7.2.2 Installera fuktgivare

I dag så går avfuktarna på full effekt även om de inte behöver det. För att vara säker på att undvika korrosion så bör den relativa luftfuktigheten inte överstiga 30 %. De mätningar som är gjorda visar att den relativa luftfuktigheten är på sina ställen är nere på 10-15 % vilket är onödigt lågt.

Förslagsvis kan en fukttransmitter installeras i rök-gaskanalerna som känner av den relativa fuktigheten och skickar en analog mätsignal till styrenheten i avfuktarna som då reglerar temperaturen på regenereringsluften så att det önskade, förinställda värdet på den relativa fuktigheten uppnås. I och med att alla avfuktare på samma block sitter i serie så behöver, eller bör inte alla regleras samtidigt, det räcker kanske med hälften. Det finns två sätt att använda avfuktarna, antingen i ett öppet system, eller i ett slutet system. Med ett öppet system menas att luften från det avfuktade området försvinner ut i naturliga sprickor eller kanaler, man återanvänder ingen luft. I ett slutet system så recirkuleras luften så att samma luft används hela tiden. Om ett slutet system skall användas så måste avfuktningens område vara helt tätt, vilket kan bli problematiskt på vissa ställen i kraftverket. I dag används det öppna systemet på KKAB. Om en fukttransmitter skall installeras i något område där det under drift är väldigt varmt, till exempel i rök-gaskanalerna så måste fukttransmittern plockas bort varje gång kraftverket körs, eller så måste fukttransmittern isoleras vid drift, detta slipper man om ett slutet system används då man kan placera fukttransmittern vid inloppet på avfuktaren. Förslagsvis så kan en provtagningskanal byggas där fukttransmittern placeras. Provtagningskanalen måste vara konstruerad så att ett flöde strömmar igenom den. Den måste också placeras på ett ställe där luftfuktigheten är hög så att regleringen sker på den kritiska luftfuktigheten. Provtagningskanalen kan byggas som ett delflöde från avfuktningens område till inloppet på avfuktaren. Det sitter då ett spjäll mellan provtagningskanalen och avfuktningens område som stängs automatiskt då kraftverket körs. På Munters avfuktare finns redan ett inbyggt styrsystem, men på de resterande avfuktarna måste ett styrsystem köpas till om dessa skall kunna regleras.

7.2.2.1 Investeringskalkyl 1, fukttransmitter i öppet system

För att få en uppfattning om hur mycket energi som kan sparas då en fukttransmitter installeras så beräknas luftens tillstånd då den lämnar avfuktaren, det vill säga utgående torr luft, och jämförs med vad den behöver vara. Detta görs med hjälp av ett beräkningsprogram från Munters där tillstånden på ingående luft skrivs in och värden på utgående luft presenteras.

Antag att omgivande Temp = 20°C och den relativa fuktigheten är 80 %.

Calculation of dehumidifier performance
with DryCap.CAP at 2005-11-04 12:28

Property	Value
Unit size	MX 5000
D/H capacity kg/h	41.62
Process air in Tdb °C	20.0
Process air in X g/kg	11.6 (absolut fuktighet, ingående luft)
Process air in RH %	80.0
Dry air out Tdb °C	44.7
Dry air out X g/kg	4.7 (absolut fuktighet, utgående luft)
Dry air out RH %	8.1
Dry air out Tdp °C	3.1
Process air flow m ³ /h	5000
Available stat pressure Pa	300
Reactivation heater kW	53.10
Total installed power kW	59.30
Reactivation air flow m ³ /h	1670
Available stat pressure Pa	300

Om man jämför med vad som är tillåtet, det vill säga 30% relativ luftfuktighet vid en temperatur på något över 20°C (rådande temperatur i avfuktningsoområdet) låt säga 25°C. Så blir den absoluta fuktigheten 5,86 g/kg. Vid 100% drift på avfuktarna så reduceras den absoluta fuktigheten med 11,6 - 4,7 = 6,9 g/kg. Om Avfuktarna skulle regleras så blir reduktionen i stället 11,6 - 5,86 = 5,74. Relativt sätt så skulle avfuktarna minska sin energiförbrukning med $1 - 5,74/6,9 = 16,8\%$.

Kostnad för reglering av Munters MX 5000 avfuktare:

Fukttransmitter till Munters⁴³ 8000 kr

Service, installation⁴⁴ 1000 kr

Provtagningskanal 25000 kr (uppskattat värde)

Totalt 34 000 kr

Besparing för Munters avfuktare per år

Antag ett elpris på 30öre/kWh, en kalkylränta på 5 %, och en återbetalningstid på 3 år.

Antag en drifttid på blocken på 1000 tim/år. Detta ger att avfuktarna är i bruk $365 \cdot 24 - 1000 = 7760$ tim/år

Effektbesparing/avfuktare = $55 \cdot 0,168 = 9,24$ kW

Energibesparing/avfuktare = $9,24 \cdot 7760 = 71,7$ MWh/år

Finansiell besparing/avfuktare = $71700 \cdot 0,3 = 21511$ kr

⁴³ Fristad, Stig. Munters

⁴⁴ Fristad, Stig. Munters

$$Nuvärdet = \frac{1 - (1 + \text{kalkylränt } a)^{-\text{återbetalningstid } \text{år}}}{\text{kalkylränt } a} \cdot \text{besparing/år} = \frac{1 - (1 + 0,05)^{-3}}{0,05} \cdot 21511 = 58579 \text{ kr}$$

58,6 kkr > 34,0 kkr, alltså en lönsam investering.

Besparingar på de tre första åren blir $58,6 - 34,0 = 24,6$ kkr

$$\text{återbetalningstid } \text{år} = - \frac{\ln\left(1 - \frac{\text{invkost}}{\text{besparing/år}} \cdot \text{kalkylränt } a\right)}{\ln(1 + \text{kalkylränt } a)} = - \frac{\ln\left(1 - \frac{34000}{21511} \cdot 0,05\right)}{\ln(1 + 0,05)} = 1,69 \text{ år}$$

Avfuktarna styr på värmeaggregattemperaturen till regenereringsluften, så om värmeväxlare har installerats så sjunker energibesparingen på dessa eftersom utgående regenereringsluft får lägre temperatur.

Om antagna tillstånd gäller så är detta en lönsam investering, men om värmeväxlare har installerats så kommer återbetalningstiden påverkas både för denna investering och för investeringen för värmeväxlarna. Det är dessutom ett ganska avancerat arbete vad beträffar placering av fukttransmitter, vilka avfuktare som skall regleras, och hur provtagningskanalen skall byggas och var den skall placeras. OBS beräkningarna gäller endast för Munters MX 5000.

Investeringskalkyl om värmeväxlare har tillsatts.

Kostnad: 34000 kr

Besparing: (full effekt - sparad effekt från vvx) * procentuell besparing * drifttimmar/år * elpriset = $(55-10,8) * 0,168 * 7760 * 0,3 = 17,3$ kkr

$$Nuvärdet = \frac{1 - (1 + \text{kalkylränt } a)^{-\text{återbetalningstid } \text{år}}}{\text{kalkylränt } a} \cdot \text{besparing/år} = \frac{1 - (1 + 0,05)^{-3}}{0,05} \cdot 17286 = 47074 \text{ kr}$$

$$\text{återbetalningstid } \text{år} = - \frac{\ln\left(1 - \frac{\text{invkost}}{\text{besparing/år}} \cdot \text{kalkylränt } a\right)}{\ln(1 + \text{kalkylränt } a)} = - \frac{\ln\left(1 - \frac{34000}{17286} \cdot 0,05\right)}{\ln(1 + 0,05)} = 2,12 \text{ år}$$

Man kan lätt se att investeringen fortfarande är lönsam i sig. Värmeväxlarnas lönsamhet kommer däremot att minska, men med hur mycket är svårt att säga. Var och en av investeringarna är lönsamma var för sig. Men om båda investeringarna görs så kommer de att påverka varandra så att återbetalningstiden blir längre. Dessutom är det svårt att uppskatta kostnaderna för investeringarna eftersom man inte vet var provtagningskanalerna skall byggas för att få en bra reglering, exakt vad det kan kosta, och hur många av avfuktarna som skall regleras. Det kan bli en ganska kostsam och komplicerad investering som vi inte skulle rekommendera.

7.3 Omrörare DeSox-anläggning

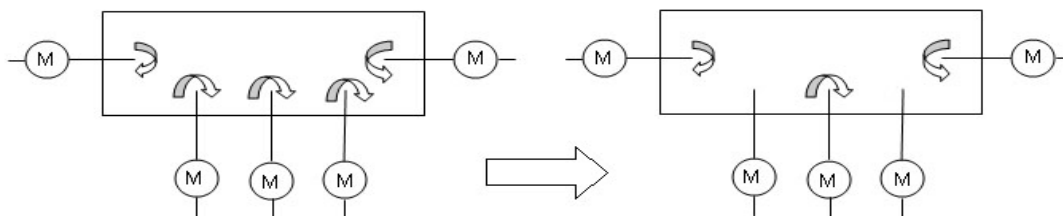
Att minska energiförbrukningen i avsvavlingsanläggningens omrörare skulle kunna gå till på tre sätt, dels koppla ifrån dem helt och hållet, dels ersätta dem med annan teknik och dels effektivisera, alternativt optimera, driften.

7.3.1 Förskrubber

Till förskrubbern finns 4 stycken omrörare aktiverade på vardera 4,8 kW.⁴⁵ Det finns idag ingen direkt anledning till att de är igång, för några år sedan byttes teknik i denna del av anläggningen så att det inte längre sker någon kontamination av kalkslurry. Det är med andra ord helt riskfritt att stänga av dessa omrörare till en energibesparing av $4,8 \cdot 4 = 19,2$ kW eller 168 MWh/år. Detta alternativ är det mest fördelaktiga och det finns ingen anledning att redogöra för några andra sätt för dessa omrörare.

7.3.2 Absorber Sump

I denna del av anläggningen sitter det fem stycken omrörare se figur 12, tre stycken mittmonterade (11-11,6 A)⁴⁶ och två stycken på sidorna (6-11,6 A)⁴⁷. Vätskan i sumpen är till viss del kalkmättad så det är nödvändigt med kontinuerlig drift på omrörare, det som kan sparas in är antalet omrörare. Vid intervju med Göran Börjesson har det visat sig att det är en viss överkapacitet just här, det går med fördel att stänga av två stycken omrörare av de som är mittmonterade utan att det ska göra någon större skillnad.⁴⁸ Om detta görs blir energibesparingen $2 \cdot 7,6 = 15,2$ kW eller 133 MWh/år. Ett annat alternativ skulle vara att installera frekvensomformare som kan styra omrörarna genom att hålla ett konstant moment eller varvtal, det kan dock inte motiveras ekonomiskt att göra en sådan åtgärd.



Figur 12. Absorbersumpen sedd uppifrån med förslag på vilka omrörare som ska stängas av.

7.3.3 Absorber

I absorbern finns den största ansamlingen av kalkslurry, den sedimenterar fort och det är nödvändigt med kontinuerlig omrörning för att förhindra detta. Effekten på omrörarna är ca 20 kW och de är fyra till antalet, dvs. besparingspotentialen är nästan 700 MWh/år.⁴⁹

⁴⁵ KKAB, *Ampere – Absorber*, Mätprotokoll

⁴⁶ KKAB, *Ampere – Absorber*, Mätprotokoll

⁴⁷ KKAB, *Ampere – Absorber*, Mätprotokoll

⁴⁸ Börjesson, Göran, KKAB

⁴⁹ KKAB, *Ampere – Absorber*, Mätprotokoll

I en anläggning i Danmark är detta löst på ett annat sätt, nämligen att man låter kalket sedimentera mellan starter och luckrar sedan upp lagret med tryckluft innan driftsättning.⁵⁰ I Karlshamnsverkets absorber finns det kopplingar installerade som gör det ganska enkelt att införa samma tryckluftssystem rent tekniskt. Det finns även en instrumentluftkompressor i nära anslutning till absorberna som skulle kunna tillgodose dess behov. Tanken är då att man vid start av svavelreningsanläggningen börjar med tryckluft (alternativt trycksatt renvatten) för att sedan successivt starta upp omrörarna. En åsikt som förts fram är att denna del av processen då skulle kunna bli en risk att bli en flaskhals om problem skulle uppstå vid start. Krökning av en eller flera axlar skulle ta flera dagar att åtgärda då man måste tömma absorberna på vatten, endast detta moment tar upp till två dygn.⁵¹

Liksom i fallet med omrörarna i absorber sumpen kan även frekvensomformare installeras för att skapa mjukare starter och jämnare drift. Det är dock en åtgärd som är tveksam eftersom det för närvarande inte finns några driftproblem, varvtalet är tillfredställande och omrörarna aldrig stoppas. Mattias Meijer vid ABB har bestämt verkningsgraden på elmotorerna till 89 % i det driftfallet som för närvarande används och därmed faller ett tredje alternativ bort som hade varit att byta motorer till några som var lite bättre anpassade för aktuell drift.⁵² Detta kan nu inte motiveras på grund av en stor investeringskostnad. Besparingspotentialen är endast ca 70 MWh/år om elmotorer med verkningsgrad > 96 % installeras.

7.4 Instrumentluftsystem

För att undvika läckage och därigenom reducera kompressorernas effektuttag kan man stänga av huvudventilerna till de tryckluftsdrivna ventilerna som inte behöver någon genomströmning se ritning 13.1.3. Detta gäller bara om blocket inte körs, och är då främst aktuellt på block 1 och 2 beroende på deras driftsituation.

Alternativt så kan kompressorerna ställas in på ett lägre tryck då kraftverket inte körs så att det endast är en genomströmning av luft till de olika komponenterna som behöver det. Risken finns annars att ventiler kan fastnar i ett specifikt läge, eller att stillastående luft kan skada komponenterna.

7.5 Ventilation – kylning och värmning

De delar av kraftverket som har aktiv ventilation är kontorshuset, laboratorium, verkstad och ställverk. Systemet är ganska gammalt och det finns klara möjligheter till en effektivisering av detta. Ansvarig på kraftverket över detta område är Jan Reuterborg som vid intervju hävdar att det sätt som ventilationskanalerna är monterade på inte tillåter några större förändringar utan att kostnaderna snabbt skenar iväg.⁵³ Då ansvariga redan hade undersökt denna möjlighet har denna del lämnats vid det och en djupare analys har ej genomförts. Det som dock framkom är att kylkompressorerna har en installerad effekt på 81 kW och med aktuell driftstatistik finns det en besparingspotential på endast 187 MWh/år i kylsystemet. Det ger inte något större ekonomiskt utrymme för förändringar.

⁵⁰ Hillstedt, Johan, Processingenjör KKAB

⁵¹ Hellgren, Karl, KKAB, Intervju

⁵² Meijer, Mattias. ABB, personlig kontakt.

⁵³ Reuterborg, Jan, Intervju

En åtgärd kan dock rekommenderas, att förkyla kylvattnet med det saltvatten som redan finns i byggnaden skulle kunna få ner energiförbrukningen något, det enda som skulle krävas är en värmeväxlare och lite mer drift på saltvattenpumparna. För uppvärmning av lokalerna finns det i anslutning till blocken aerotemperar, en gammal energiutredning⁵⁴ gjorde gällande att dessa var källan till en stor energisänka och antalet kW som förbrukas är förvisso högt men hetvattnet som används kommer till stor del från spartankarna på respektive block.⁵⁵ Slutsatsen blir att det inte finns någon anledning att effektivisera dessa då det medför en alltför stor negativ inverkan på arbetsmiljön och en alltför liten energibesparing. Värmet i spartankarna kommer lokalerna till del ändå så det enda man sparar in är fläkteffekten som i sammanhanget kan anses vara försumbar. Samma sak gäller för uppvärmning av kontorslokalerna.

7.6 Saltvattenkylning

Saltvattensystemet är främst till för att under drift tillgodose blockens kylningsbehov, den största åtgången sker i kondensorn. Under beredskap finns det inte någon anledning att ha detta system i drift överhuvudtaget och med fyra stycken stora pumpar verkade det vara ett område med stor potential till besparing. Vid en genomgång visade det sig snart att trycket som finns i ledningarna på grund av saltvattentankens placering (+31 m) räcker till för det lilla behov som systemet har. Pumparna är därmed sällan i drift. För att säkerställa att ingen energi går åt skulle det dock vara möjligt att isolera tanken och stänga av pumparna men då får en noggrann översyn av systemet göras först.

⁵⁴ Hillstedt, Johan, *Hjälpenergiförbrukning*, intern rapport KKAB

⁵⁵ KKAB, *Hetvattensystem*, ritning

8 Mindre system

8.1 Bakgrund

En del av de områden som framkom i analysen (se kapitel 6) är av den art att de inte kräver någon djupare utredning utöver det faktum att de utgör ett potentiellt energisparområde. De är enkla att uppskatta förbrukningen på och lösningarna är mer eller mindre uppenbara eller bara förorsakar ett mindre undersökningsarbete. Dessa områden presenteras i detta kapitel.

Det finns även en önskan från KKAB att vi i samband med vår hjälpenenergiutredning undersöker vilken energibesparing tidigare gjorda förändringar har genererat. Gemensamt för dessa förändringar är att de en gång genomfördes för att uppnå ett helt annat syfte men en positiv sidoeffekt har uppstått i form av främst minskad elförbrukning.

8.2 Byte av instrumentluftkompressorer

På KKAB finns två instrumentluftkompressorer på varje block som förser ventiler med tryckluft. I normalt fall jobbar bara den ena kompressorn, den andra tas i drift då lasten blir för hög. De befintliga kompressorerna är från då kraftverket byggdes, det vill säga 1969 respektive 1971, och 1973. De befintliga kolvkompressorerna är på vardera 55 kW dessutom måste de kylas vilket ökar effektuttaget med 1 kW. De har två driftlägen, pålastad eller avlastad. Då kompressorerna är pålastade drar de ca 90 % av maxeffekt, och när de är avlastade är effektåtgången ca 40 %.

Under revisionen av block 2 och 3 under 2005 byts samtidigt instrumentluftkompressorerna till respektive block. De nya kompressorerna är varvtalsstyrda skruvkompressorer med en effekt på 45 kW vardera. De har dessutom inbyggd kylning som också den är varvtalsstyrd. Regleringen gör att kompressorerna får en kontinuerlig styrning, och drar ingen energi i avlastat läge.

För att kunna jämföra energiförbrukningen mellan de nya och de gamla kompressorerna så har mätningar gjorts på de gamla kompressorerna på block 3 då dessa försörjde block 2 och 3 med instrumentluft (detta var då kompressorerna på block 2 byttes ut). Dessa mätningar var tänkta att jämföras med mätningar från de nya kompressorerna på block 2 då de försörjer block 2 och 3 (när kompressorerna på block 3 byts). Eftersom det har varit en del komplikationer med de nya kompressorerna så har det inte gått att göra den sistnämnda mätningen.

För att ändå få en uppfattning om hur mycket energi som sparas vid byte av kompressorer så jämförs ett medelvärde av effektförbrukningen på de gamla kompressorerna med de nya. Vi gör antagandet att blocken använder lika mycket instrumentluft.

Tabell 5. Mätdata av mätningar gjorda på befintliga kompressorer.

Byte av instrumentluftkompressorer till block 2. Laststatistik. 2005-09-21 Testerna är gjorda på kompressorerna på block 3 då de förser block 2 och 3 med instrumentluft. Effektförbrukningen är mätt på andelar av 55 kW.						
Gamla kolvkompressorer	Pålastat läge (s)	Avlastat läge (s)		Pålastat läge (s)	Avlastat läge (s)	
Kompressor nr 31 och 32 (block 3)	31 (95 %)	31 (44 %)		32 (80 %)	32 (38 %)	
	27	55		27	55	
	36	56		36	56	
	30	62		30	62	
	33	62		33	62	
	36	50		36	50	
	36	50		36	50	
	38	50		38	50	
	36	62		36	62	
	35	62		35	62	
	38	35		38	35	
	36	31		36	31	
	43	33		43	33	
	50	31		50	31	
	36	55		36	55	
	36	62		36	62	
Medelvärde (s)	36,4	50,4		36,4	50,4	
Medelförbrukning (%)	65,4			55,6		

Tabell 5 ger en medelförbrukning per block som ligger kring 60,5 % (av 55kW) och vid mätning har det visat sig att de nya skruvkompressorernas medelförbrukning är ca 40 %.

Sparad effekt: $0,605 \cdot 55 + 1 - 0,40 \cdot 55 = \mathbf{12,3}$ kW/block

Sparad energi/år och block: $12,3 \cdot 24 \cdot 365 = \mathbf{107,5}$ MWh

8.3 Motorvärmare

På parkeringsplatsen för anställda som är belägen i direkt anslutning till kraftverket finns uttagscentraler för motorvärmare. Det är 29 stycken sammanlagt och därmed 58 stycken anslutningspunkter. Idag finns ingen styrning på dessa utan de fungerar bara genom att användaren kopplar in sin bil vid arbetsdagens start, sedan står motorvärmaren, och/eller kupévärmaren om sådan finnes, påslagen kontinuerligt ända tills bilen nyttjas nästkommande gång.

För att kunna ta fram realistiska alternativ till denna teknik behövs en uppgift om hur mycket pengar som går förlorade genom att ha en kontinuerlig elförsörjning av uttagscentralerna. Denna uppgift kan inte bli exakt då det inte finns individuell effektmätning till parkeringsplatsen eller att det känns relevant att göra en omfattande studie om vanorna att använda motorvärmare beroende på den tidsram som detta examensarbete ska hålla sig inom och den uppskattade ekonomiska besparing som kan göras. För att få fram en siffra används istället ett par olika beräkningsmodeller baserade på uppskattningar om användningen (se nedan). Ytterligare en aspekt som komplicerar lönsamhetsmodeller inom detta område är miljöpåverkan, motorvärmarens funktion är att bilägaren ska kunna undvika kallstarter vilka har en högre belastning på både motor och miljö. Om utomhustemperaturen till exempel är -15°C drar en äldre bil utan katalysator $1-1\frac{1}{2}$ dl mindre bränsle per kallstart och en genomsnittlig katalysatorbil $0,7$ dl per kallstart. Utsläppen minskar dessutom under en resa på 6 km med $50-80$ procent om du har använt motorvärmare⁵⁶ och slitaget på motordelar vid en kallstart är jämförbara med slitaget vid normal drifttemperatur i 500 kilometers blandad körning.⁵⁷

En korrekt användning av motorvärmare vintertid, eller då temperaturen understiger $+10^{\circ}\text{C}$, för att maximera nyttan och minimera energiåtgången kräver en inkopplings-tid på $1-1\frac{1}{2}$ timme.⁵⁸ Det är därför önskvärt att ha tidsstyrning på uttagscentralerna baserad på utomhustemperatur och planerad tid för avfärd. Beräkningsmodellen är konstruerad på följande sätt; en motorvärmarens effektförbrukning är ca 500 W, en kupévärmarens är 700 till 1300 W. Inkopplingstiden för en punkt idag är arbetsdagens längd, i genomsnitt nio timmar, multiplicerat med antalet dagar som motorvärmare används per år. Säsongen för detta är från oktober till april, ca 180 dagar, dvs. omkring 120 arbetsdagar. Om en genomsnittlig användare brukar motorvärmare hälften av dessa dagar och hälften av inkopplingspunkterna används under ett dygn kan en modell konstrueras.

Exempel 1: Förbrukning, endast motorvärmare används. $9*0,5*60*29=7\ 830$ kWh/år

Exempel 2: Motorvärmare och kupévärmare 700 W används: $18\ 792$ kWh/år

Exempel 3: Motorvärmare och kupévärmare 1300 W används: $28\ 188$ kWh/år

Om en styrning används till uttagscentralerna så att det rekommenderade driftfallet uppstår blir siffrorna i exemplen ovan istället:

För exempel 1, $1,5*0,5*60*29=1305$ kWh/år, en besparing på $6\ 525$ kWh/år

För exempel 2, $3\ 132$ kWh/år, en besparing på $15\ 660$ kWh/år

För exempel 3, $4\ 698$ kWh/år, en besparing på $23\ 490$ kWh/år

⁵⁶ Naturvårdsverket. Internet.

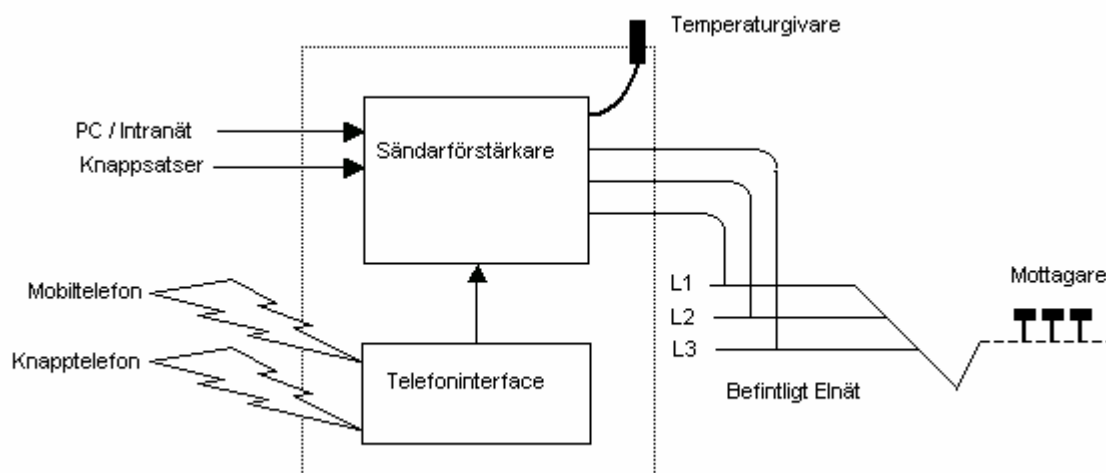
⁵⁷ Bosch car service. Internet.

⁵⁸ ABB, *Bilvärmare- och Fritidscentraler*. Internet.

Det finns lite olika alternativ för att uppnå ett önskat driftfall när man väl identifierat detta.

Alternativ ett är att installera helt nya uttagscentraler, ABB har en tagit fram en av dessa som kan sägas vara intelligent, dvs. den har tidsstyrning och temperaturstyrning inbyggd och det finns flera olika regleralternativ som kan ställas in vid installation.⁵⁹ Vid användning av dessa uttagscentraler kan varje användare ange vilken tid som bilen ska användas och centralen beräknar då en optimal driftsituation. Nackdelen är att varje enhet kostar ca 2700 kr/styck⁶⁰ vilket resulterar i en återbetalningstid på 16,6 år, och detta medför att detta alternativ inte kan rekommenderas ekonomiskt sett.

Alternativ två består av en uppdatering av befintliga komponenter, det bygger på en högfrekvent överlagrad kommunikationssignal som styr varje enskild inkopplingspunkt via elledningen.⁶¹ Denna lösning kan manövreras från en panel, pc eller telefon, det går även att få tekniken med en webbapplikation så att man kan styra den via intranätet. Även denna lösning ger möjligheten att bygga ut med temperaturstyrning och kräver väldigt lite av användaren förutom att komma ihåg vilken parkeringsplats man använder för dagen. Kostnaden blir beroende på vilket manöversätt som väljs runt 70 000 - 75 000 kronor.⁶²



Figur 13. Centralstyrningsenhet med temperaturstyrning.

Alternativ tre är att installera tidsströmställare (timers), antingen vid varje uttagscentral eller till en grupp centraler som då blir aktiverade under en viss tid på dygnet, t.ex. mellan klockan 14:30 och 16:30. Detta alternativ blir helt klart billigast men det uppstår en del brister i användningen och maximeringen av energieffektiviteten.

⁵⁹ ABB, Internet

⁶⁰ Elektroskandia Försäljning, oktober 2004

⁶¹ Line Control, Internet

⁶² Line Control, *Offert Karlshamnsverket*

8.4 Frekvensomformare till oljepumpar

För att kunna genomföra tester med högsvavlig tjockolja på block 3 installerades för en tid sedan frekvensomformare till oljepumparna där. Dessa har antagligen gett en energibesparing och vi ska uppskatta hur stor denna besparing blivit och även föreslå hur dessa kan användas mest effektivt i framtiden.

Enligt handledarmöte i oktober uppskattar vi antalet drifttimmar till 1000 per år, av dessa timmar är 500 med fullast och 500 med dellast. Dellasten beräknas/uppskattas vara 200 MW. Oljepumparna är tre stycken till antalet på block 3 och har vardera en effekt på 55 kW. Vid fullast och dellast utan frekvensomformare kördes normalt två pumpar på maximal effekt, detta driftfall ger en kapacitet på 90 ton olja per timme. Detta kan jämföras med behovet vid fullast som är 70 ton per timme och enligt en linjär uppskattning 42,4 ton per timme vid 200 MW effektuttag (verkningsgraden sjunker visserligen från ca 42 % till 41 % mellan de olika driftfallen men felmarginalen blir mycket liten). I denna beräkning finns också tydligt vilken energibesparing som kan göras med frekvensomformarna, tidigare gick den överflödiga oljan tillbaka till dagtankarna/berget i en returledning. Transmissionsarbetet från pannpump till dagtank kan alltså sparas in.

Om pumparna med frekvensomformare arbetar linjärt med flödet sker en besparing av energin med:

vid fullast $(1-70/90)*55=12,2$ kW. Årligen 500 timmar i detta driftfall ger en energibesparing på 6 100 kWh.

Vid dellast $(1-42,4/90)*55=29,1$ kW. Årligen 500 timmar i detta driftfall ger en energibesparing på 14 500 kWh.

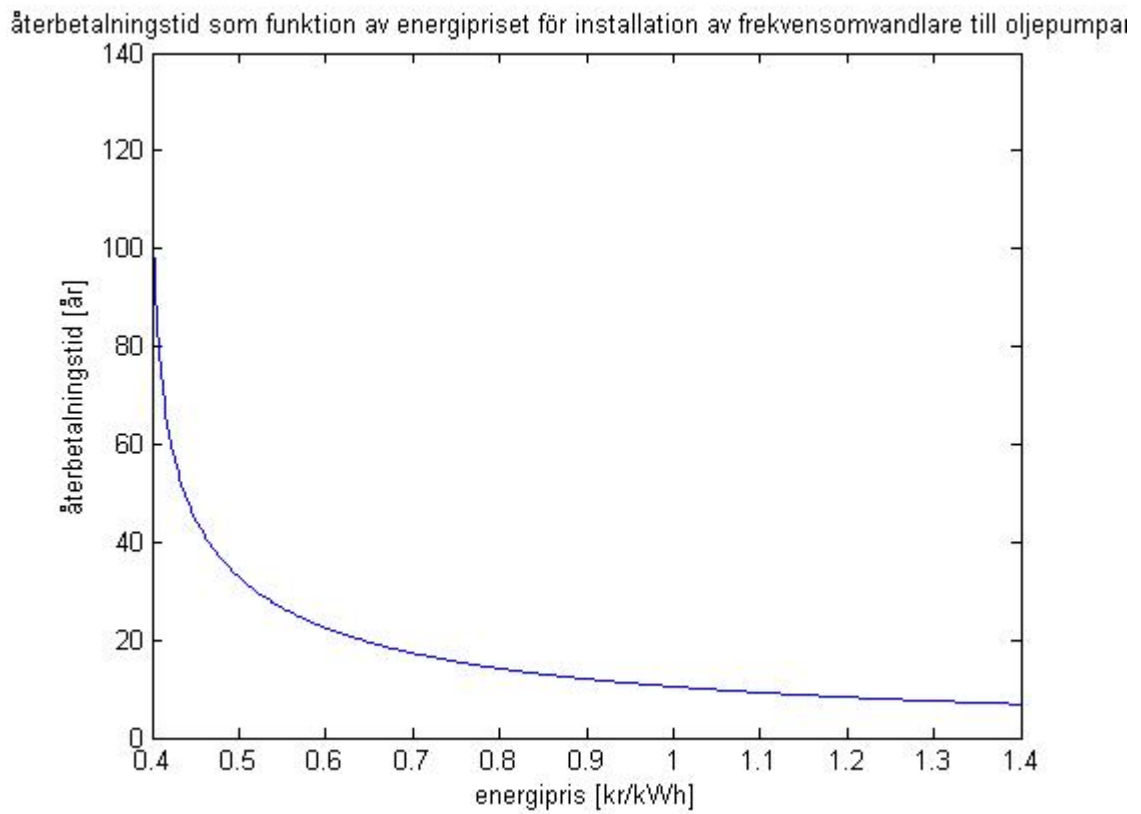
Totalt en besparing på 20650 kWh/år med en elkostnad på ca 30 öre/kWh ger en direkt årlig kostnadsminskning på 6195 kr, med en förväntad skattehöjning det dubbla, eller 12390 kr. Uppskattningsvis kostar frekvensomformare 1000 kr/kW vilket skulle innebära en investeringskostnad på 165 000 kr om dessa ska installeras på block 2. Payoff-tiden blir väldigt stor och går mot oändligheten om elpriset är mindre än 40 öre/kWh. Därmed kan vi inte rekommendera eller motivera att frekvensomformare ska installeras på block 2 med en drifttid enligt ovan.

Kalkylränta: 5 %

Investeringskostnad: 165 000 kr

Besparing/år: 20650 kr * elpriset

$$\text{återbeta ln ingstid } \text{år} = - \frac{\ln\left(1 - \frac{\text{invkost}}{\text{besparing} / \text{år}} \cdot \text{kalkylränt } a\right)}{\ln(1 + \text{kalkylränt } a)}$$



Figur 14. Återbetalningstid för installation av frekvensomformare till oljepumpar på block 2.

8.5 Belysning

Ett område där besparingar ibland direkt har en negativ påverkan på arbetsmiljön är belysning, det finns ofta ett stort motstånd mot att släcka ner en del av anläggningen just för att personal ska se vad de gör, det finns en trivsel- såväl som säkerhetsaspekt i detta argument. Vid kartläggningen av belysning i anläggningen har därför fokus lagts på delar där personal sällan befinner sig eller där det dagtid finns tillräckligt med ljus för att kunna se normalt. Vid en genomgång av kraftverket en vanlig dag uppnåddes resultatet i tabell 6.

Tabell 6. *Antalet aktiva lysrörsarmaturer och potentiell energibesparing.*

Plats	Antal påslagna armaturer	Potentiell besparing (W)
Avgasarplan block 3	30	3000
mavatank block 3	20	2000
Katalysatorrum block 3	40	4000
Brännare block 3	9	900
Pannmellanplan block 3	20	2000
Block 2*	110	11000
Block 1*	70	7000
Svavelrening	83	8300
Elfilteranläggning	32	3200
DT-central	21	2100
mava-pump	11	1100
Kylfläktsrum	15	1500
Totalt	461	46 100

* avser totala antalet armaturer motsvarande samma delar som på block 3.

Om rutiner eller tekniska installationer görs för att minska antalet drifttimmar på belysningen skulle den årliga energibesparingen bli drygt 200 MWh (driften minskad med tolv timmar per dygn, två lysrör per armatur och i snitt 50 W/lysrör).

Ett antal åtgärder för att förbättra energianvändningen på belysningssidan är redan genomförda eller håller på att genomföras.⁶³

I skorstenen har sex stycken armaturer á 200 W bytts ut mot dioder på 16 W, en besparing på ca 10 MWh/år.

I svetsverkstaden innehåller armaturerna i taket numera två lysrör istället för tre, denna åtgärd minskar belysningen med endast 8 % och ger en energibesparing på 58 W/armatur utan någon investeringskostnad alls.

⁶³ Holm, Henrik, KKAB, Intervju

Ett löpande arbete pågår med att ersätta gatubelysningens armaturer, dessa är ålderstigna och byts ut när de går sönder. De gamla armaturerna var på 250 W och de nya är på 150 W. För att inte reducera den uppfattade belysningen minskas samtidigt stolparnas höjd något. Om alla 75 armaturer byts ut medför det en besparing på 33 MWh/år (12 timmar drift per dygn).

I turbinhallen sitter det i taket armaturer som har en effekt på över 1kW styck, för att reglera dessa finns driftinställningar för natt- och dagtid. Problemet är bara att regleringen används sporadiskt och det finns ingen styrning, där finns en källa till stor förbättring.

Kabelkällaren är en plats under kraftverket som inte har något naturligt ljusinsläpp, det blir således helt mörkt om belysningen släcks. Det står således på dygnet runt för att ingen vill riskera att någon medarbetare finns kvar i källaren när det blir mörkt. Om man installerade nödbelysning eller delar upp aktiva armaturer i kvadranter, som kunde aktiveras individuellt vid varje nedgång, skulle systemet bli mer överskådligt och samtidigt skulle säkerheten inte äventyras. En exakt beräkning av antalet armaturer har ej genomförts men uppskattningsvis ligger energiförbrukningen på ca 90 MWh/år. Genom att effektivisera användningen borde uppemot 80 % kunna sparas dvs. 70 MWh/år (den aktiva tiden ändras från 24 till 22 timmar per dygn och nödbelysning installeras).

Kostnaden för armaturer, oavsett om de är för inomhus eller utomhusbruk är så hög att det inte kan motiveras ekonomiskt att byta alla mot energisnåla alternativ.⁶⁴ Det sätt som energibesparing kan ske är istället att använda ett intelligentare system för användningen, till exempel tidsstyrning eller närvarosensorer, och att fortlöpande byta ut gamla armaturer.

8.6 Avgasning av mavatank

Efter varje körning av kraftverket vid måste mavatanken avgasas. Den är då öppen i ca 1 vecka. Avgasning sker också då mavatanken skall värmas eller då kraftverket ligger i 2 timmars beredskap. Vid värmning av mavatanken sker avgasningen i ca 4 dagar, och då det är 2 timmars beredskap så sker avgasningen kontinuerligt.

De mätningar som är gjorda på block 3 visar att minst 135 MWh energi försvinner varje år.⁶⁵

På block 1 har en kondensatledning dragits från avgasningsledningen till spartanken, och samma sak skulle kunna göras på block 3 och 2.

⁶⁴ Holm, Henrik, KKAB, Intervju

⁶⁵ Hillstedt, Johan, Processingenjör KKAB

9 Sammanställning av sparåtgärder

I detta kapitel så sammanställs förslag till energisparande åtgärder och åtgärder som redan är genomförda. I de fall det finns ekonomiska beräkningar är de presenterade.

9.1 Förslag på åtgärder

Tabell 7. Sammanställning av förslag till besparingar.

Mättat ångsystem	Besparing MWh/år	Investerings- kostnad kr	Återbetal- ningstid år
reglerventiler	231,6	165 000	1,5
Gemensam mava*	231,6	-	-
Sluta kondensatledning	134	-	-
Avfuktare			
Installera vvx**	598	223 800	1,3
Reglerventiler**	143	68 000	1,7
Omrörare			
Byte av motorer	70	-	-
Stänga av omrörare	301	0	0
Motorvärmare	23,5	78 300	16,6
Avgasning	135	70 000	
Belysning	270	-	-
Totalt	1 763,1		

* Detta förslag är ett alternativ till reglerventiler och räknas inte med i den totala energibesparingen.

** Om dessa förslag kombineras så minskar energibesparingen. Förslaget om reglerventiler räknas inte med i den totala besparingen.

9.2 Genomförda åtgärder

Tabell 8. Sammanställning av redan genomförda besparingar.

Åtgärd	Besparing MWh/år
Byte av kompressorer	107,5/block
Frekvensomvandlare till oljepumpar	20,7
Belysning	50
Totalt	178,2

10 Rekommendationer

10.1 Mättat ångsystem

Vad beträffar det mättade ångsystemet så bör kondensatledningarna vid dagtankarna ledas tillbaka så att den mängden kondensat som i dag går förlorat återanvänds.

Då det gäller översvämningarna i ånggeneratorernas mavatankar så rekommenderas att investera i ett reglersystem. Denna åtgärd går ganska snabbt att genomföra och återbetalningstiden är väldigt kort. Det kan också finnas möjlighet att ansluta regleringen och övervakningen till det nya kontroll- och styrsystemet som ska byggas på block 3.

För förslaget med att bygga en ny gemensam mavatank är det svårt att utreda hur mycket investeringar som skulle krävas. Om en noggrann investeringsbedömning görs som kommer fram till att förslaget blir lönsamt så kan detta alternativ antagligen erbjuda en hög sparprocent och en förbättrad kontroll över det mättade ångsystemet. Till nackdelarna hör en lång installationsprocess och lite mer omfattande byggnadsarbete i kraftverket så i dagsläget rekommenderas därför inte detta alternativ.

10.2 Avfuktare

Vi rekommenderar att installera värmeväxlare till samtliga, större avfuktare. Denna investering har en kort återbetalningstid och åtgärden kan genomföras snabbt och med kraftverkets egen personal. Tillbyggnaden är okomplicerad, påverkar inte avfuktarprocessen och tillför inte några extra rutiner till skillnad från att installera fukttransmittar för att reglera avfuktarna. Investeringen för reglering av avfuktarna verkar onödigt komplicerad och påverkar dessutom värmeväxlarnas effekt negativt om båda alternativen skulle installeras. Därför rekommenderas att investera i enbart värmeväxlare.

10.3 Omrörare

De omrörare som kan stängas av i absorbersump och förskrubber ska också göras just det. Det finns ingen anledning att blanda in andra alternativ i resonemanget.

För omrörare i drift i absorbern kan vi inte rekommendera någon åtgärd, alla alternativ som innebär investeringar har en för hög investeringskostnad. Oron för driftsäkerheten bland ansvarig personal är hög just i denna del då man har dåliga erfarenheter av reparationer av omrörarna i absorbern så vi har även uteslutit de alternativ som innebär stopp i driften.

11 Diskussion

Rapporten i helhet har utformats som vi från början tänkt oss. De områden som skulle granskas och analyserats har blivit undersökta. Det mål som sattes upp från början har uppnåtts. Arbetet i stort har varit utredande, svårigheterna har legat i att samla in relevanta data om de olika energiförbrukande områdena.

En komplett bild av alla kostnader som uppstår vid teknikskifte är mycket svår att få, det kan alltid dyka upp oförutsedda utgifter och problem. De rekommendationer vi har gjort i detta examensarbete har tagit hänsyn till de investeringskostnader som är identifierade och har i samtliga fall en god marginal sett till payback-tid. Det finns identifierade energibesparande åtgärder som inte kan rekommenderas enligt den kravspecifikation vi har fått, om man inom KKAB väljer att ta ett miljömässigt perspektiv på vissa investeringar så går det att spara ännu mer energi, dock blir återbetalningstiderna i en del fall betydligt längre än önskat. Det råder enligt vad vi erfarit spridda åsikter om personalens vilja att spara energi bland både chefer och driftansvariga. Den mänskliga faktorn måste alltid tas med i energibesparingar, finns det ingen vilja eller kunskap är det svårt att genomföra förändringar. Utbildning om vad olika åtgärder verkligen betyder i pengar eller ett program där personalen får ta del av den besparing som görs skulle kunna fungera som morot.

Energipriserna är den faktor som kan påverka våra bedömningar allra mest, men det finns ingenting som tyder på att de i sådana fall skulle påverka i negativ riktning, det mest troliga är att priser till kund på både fossila bränslen och el stiger och att energi-effektivisering kommer att bli än mer lönsamt i framtiden. Därför kan vi rekommendera en vidare genomgång av kraftverkets samtliga verksamheter för att om möjligt finna fler potentiella besparingar. I de undersökningar vi bedrivit under hösten har det kommit fram vissa förslag på åtgärder i kraftverket men dessa har ej tagits med i rapporten då de behandlar kraftverket under drift.

12 Källförteckning

12.1 Tryckta källor

Bolmsjö, Gunnar. *PM för examensarbete vid Maskinteknikprogrammet*, tryckt häfte.

Energimyndigheten, *Det här är elcertifikatsystemet*, 2003.

Energimyndigheten, *Energiläget 2004*, 2004.

Karlsson, Eveline och Albrektson, Jessica, *IPPC-direktivets "bästa tillgängliga teknik" (BAT) i Sverige*, 2002.

Line Control, *Offert Karlshamnsverket*.

Munters, *Teknisk handbok*, Pärm.

12.2 Elektroniska källor

ABB, *Bilvärmare- och Fritidscentraler*.

[http://www.abb.com/global/seitp/seitp161.nsf/0/9d32779e62e6e671c1256fa9004b2642/\\$file/2CMC800001D0002.pdf](http://www.abb.com/global/seitp/seitp161.nsf/0/9d32779e62e6e671c1256fa9004b2642/$file/2CMC800001D0002.pdf) Hämtad 2005-10-12.

Bosch car service, <http://www.boschcarservice.se/default.asp?pageid=335> Hämtad 2005-10-26

EIPPCB. <http://europa.eu.int/comm/environment/ippc/index.htm> Hämtad 2005-11-08.

Energimyndigheten, <http://www.stem.se> Hämtad 2005-10-21.

Energimyndigheten, *Lista Kvotplikt 2004*.

[http://www.stem.se/WEB/STEMFe01e.nsf/V_Media00/C12570D10037720FC125701C003DB9A5/\\$file/Lista%20kvotplikt%202004%20\(050608\).xls](http://www.stem.se/WEB/STEMFe01e.nsf/V_Media00/C12570D10037720FC125701C003DB9A5/$file/Lista%20kvotplikt%202004%20(050608).xls) Hämtad 2005-10-21.

ER 2005:35 *Prisutveckling på el och utsläppsrätter samt de internationella bränslemarknaderna*.

[http://www.stem.se/web/biblshop.nsf/FilAtkomst/ER2005_35W.pdf/\\$FILE/ER2005_35W.pdf?OpenElement](http://www.stem.se/web/biblshop.nsf/FilAtkomst/ER2005_35W.pdf/$FILE/ER2005_35W.pdf?OpenElement) Hämtad 2005-11-09.

European Commission, *Technical working group on energy efficiency in industrial installations, Meeting report 2005*.

http://eippcb.jrc.es/pages/twg/ene/documents/ene_mr_0505.pdf Hämtad 2005-11-08.

Europeiska Unionen, *IPPC-direktivet*,

http://europa.eu.int/smartapi/cgi/sga_doc?smartapi!celexapi!prod!CELEXnumdoc&lg=EN&numdoc=31996L0061&model=guichett Hämtad 2005-11-08.

KKAB. <http://www.karlshamnkraft.se/foretaget.htm> Hämtad 2005-11-07.

Line Control, http://www.linecontrol.se/motorvarmare_sw.html Hämtad 2005-10-12.

Regeringen. *Handel med utsläppsrätter I Proposition 2003/04:132*.

<http://www.regeringen.se/content/1/c6/01/85/11/7c11687d.pdf> Hämtad 2005-10-26.

Naturvårdsverket, <http://www.naturvardsverket.se/dokument/klimat/index.html> Hämtad 2005-10-26.

Naturvårdsverket,

<http://www.naturvardsverket.se/index.php3?main=/dokument/teknik/trafik/trafikdok/m-bil.htm> Hämtad 2005-10-26

Regeringen. SOU:2005:10

<http://www.regeringen.se/content/1/c6/03/85/42/45397026.pdf> Hämtad 2005-10-27.

Svenskt Näringsliv, *Auktionering ger ökade kostnader för företagen och är att betrakta som en ny avgift*, PM 2004-12-02. Hämtad 2005-11-09.

12.3 Muntliga källor

Andersson, Jörgen P. KKAB. Personlig kommunikation hösten 2005.

Börjesson, Göran. KKAB. Personlig kommunikation hösten 2005.

Costa Manuel, Alnab Göteborg. Personlig kommunikation hösten 2005.

Elektroskandia Försäljning. Personlig kommunikation oktober 2005

Fristad, Stig. Munters. Personlig kommunikation hösten 2005.

Hellgren, Karl. KKAB. Intervju hösten 2005.

Hillstedt, Johan. Processingenjör KKAB. Personlig kommunikation hösten 2005.

Holm, Henrik. KKAB. Intervju hösten 2005.

Håkansson, Stefan. KKAB. Intervju hösten 2005.

Meijer, Mattias. ABB. Personlig kommunikation januari 2006.

Niklasson, Tord. STEM. Telefonintervju hösten 2005.

Norman, Bengt, VD för KKAB. Personlig kommunikation hösten 2005.

Reuterborg, Jan. Intervju hösten 2005.

Svensson, Anders Avfuktarinstallatören i Malmö AB. Personlig kommunikation hösten 2005.

12.4 Företagsinterna källor

KKAB. *Ampere – Absorber*. Mätprotokoll.

KKAB. *Hetvattensystem*. Ritning.

KKAB. *Historik om Karlshamnsverket*. Informationsblad.

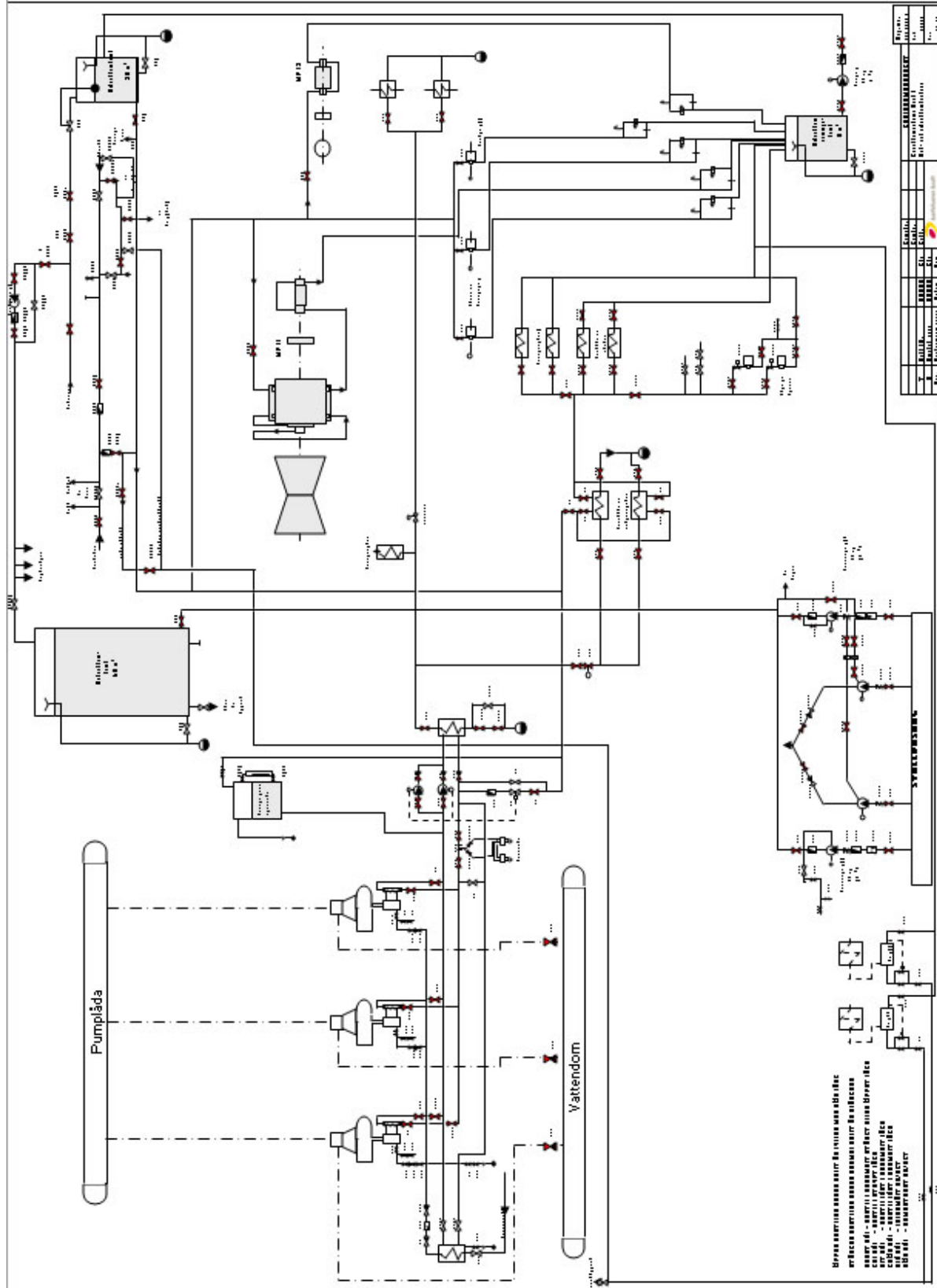
KKAB. *Karlshamnsverket ett miljöanpassat oljekraftverk*. Broschyr.

KKAB. OH-presentation.

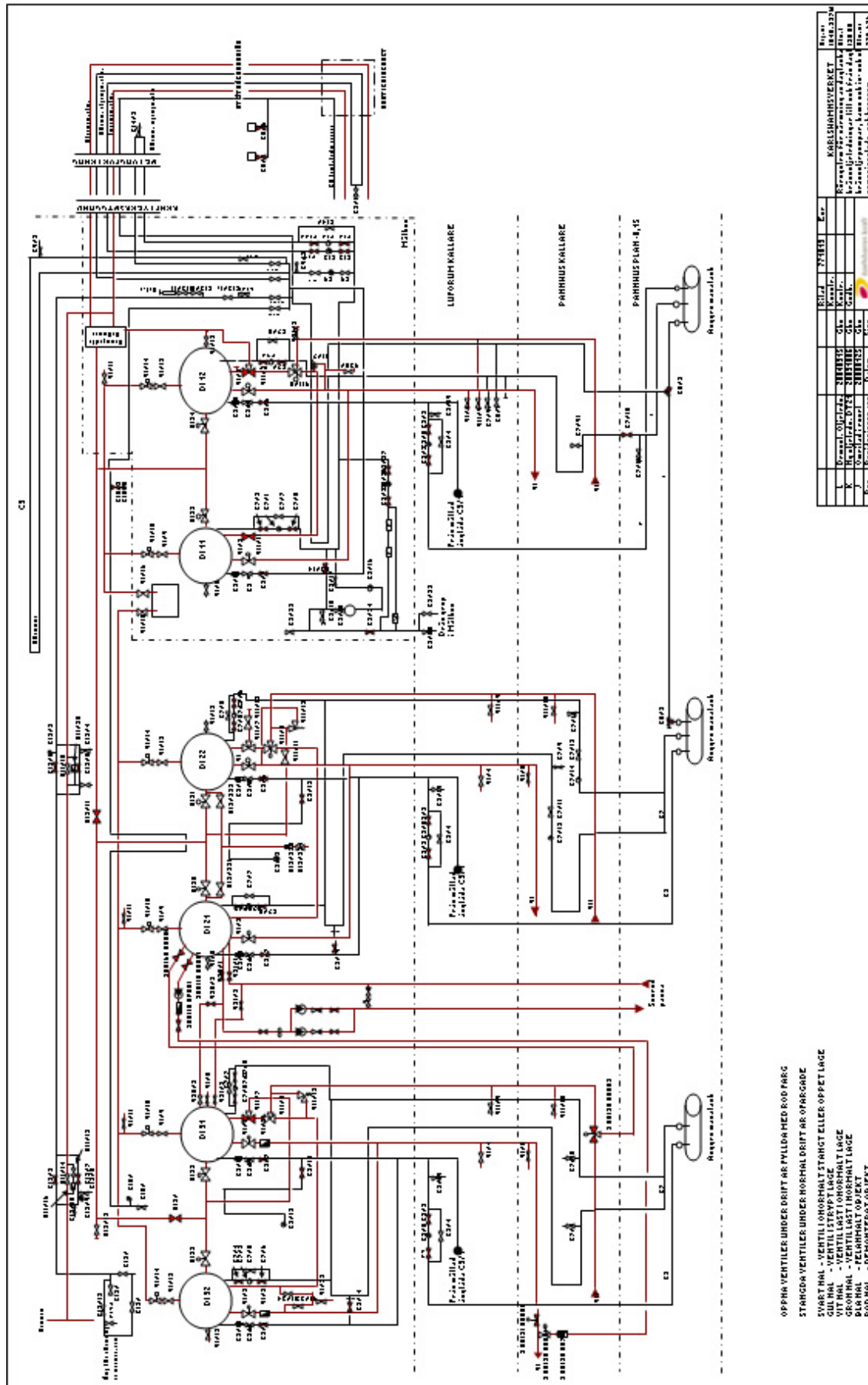
13 Bilagor

13.1 Ritningar

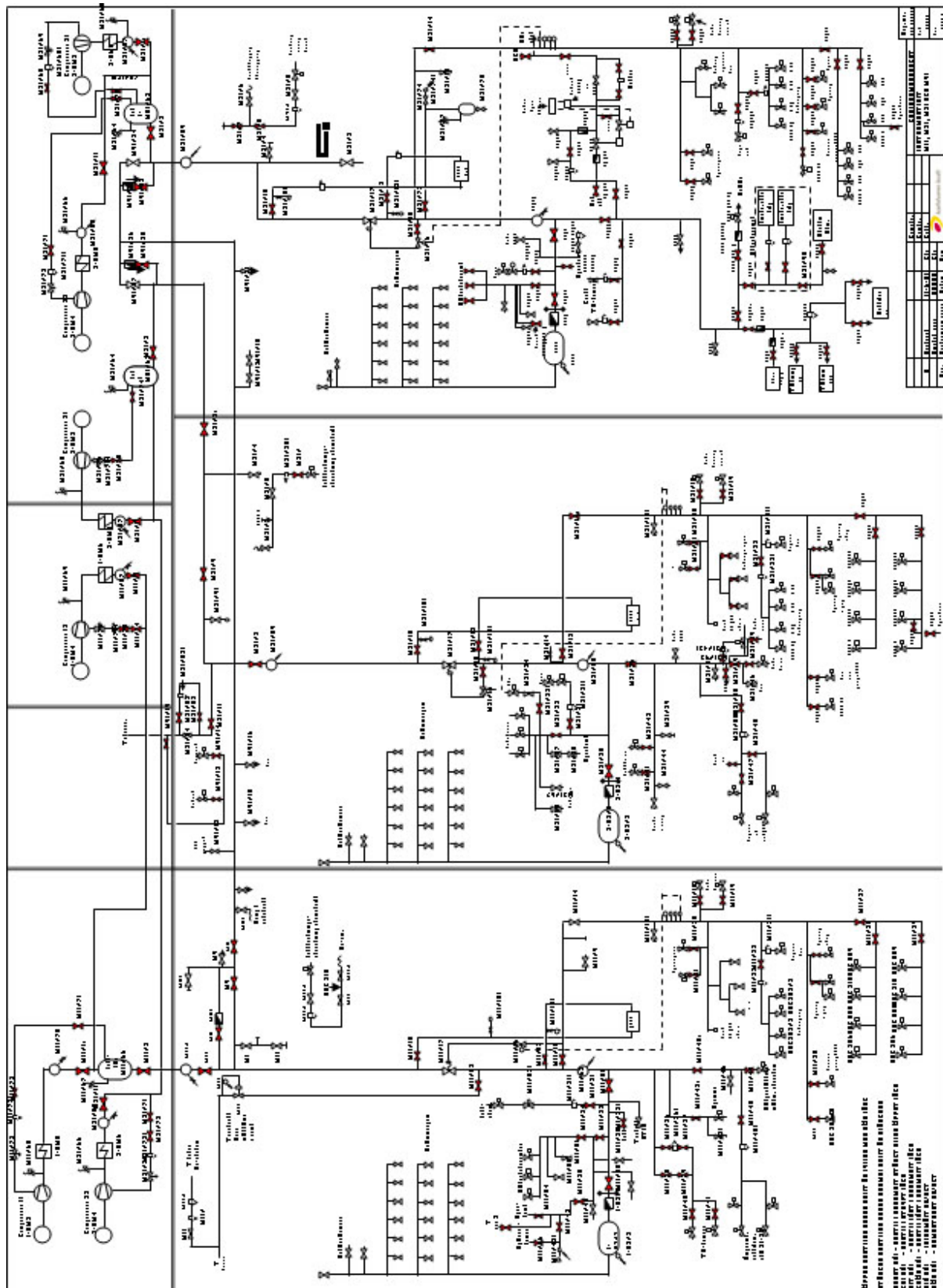
13.1.1 Saltvattensystem



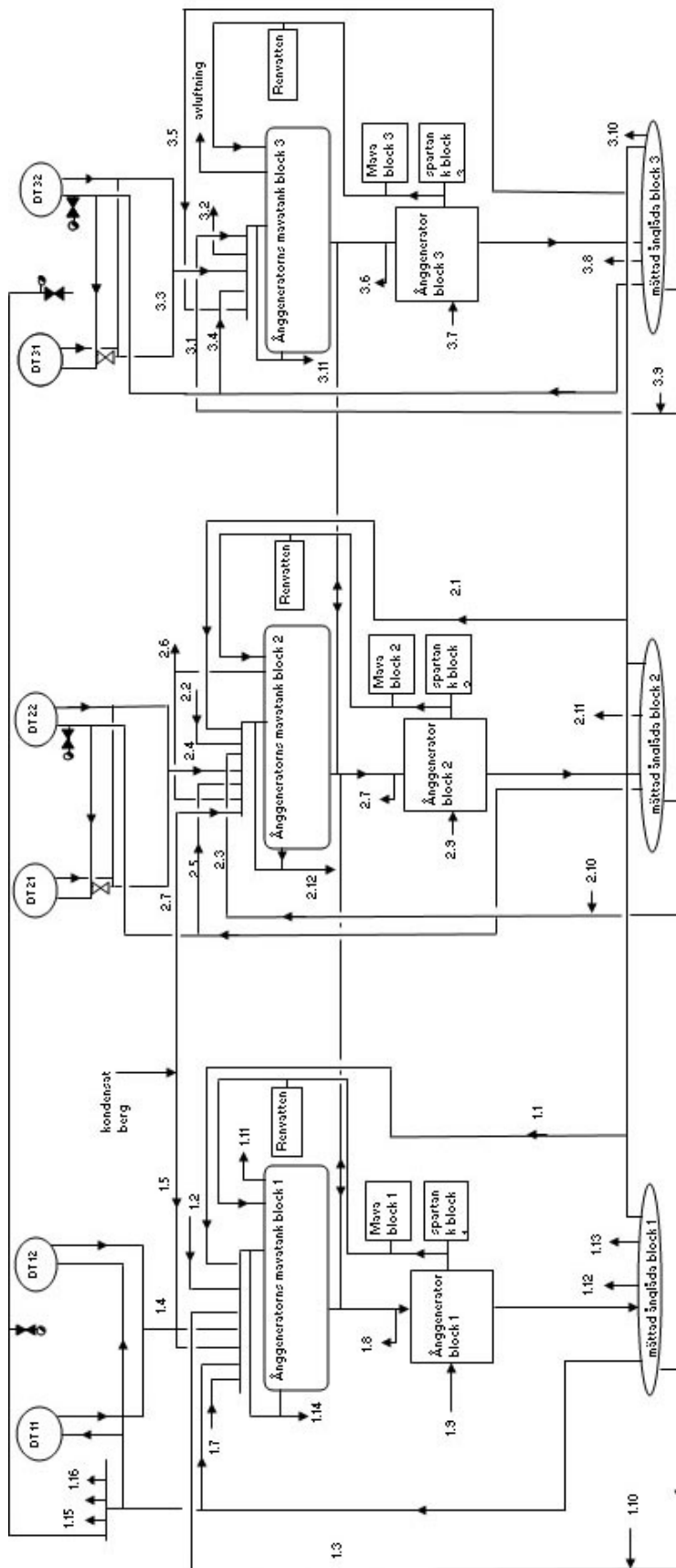
13.1.2 DT-ledningar



13.1.3 Instrumentluft



13.1.4 Mättat ångsystem

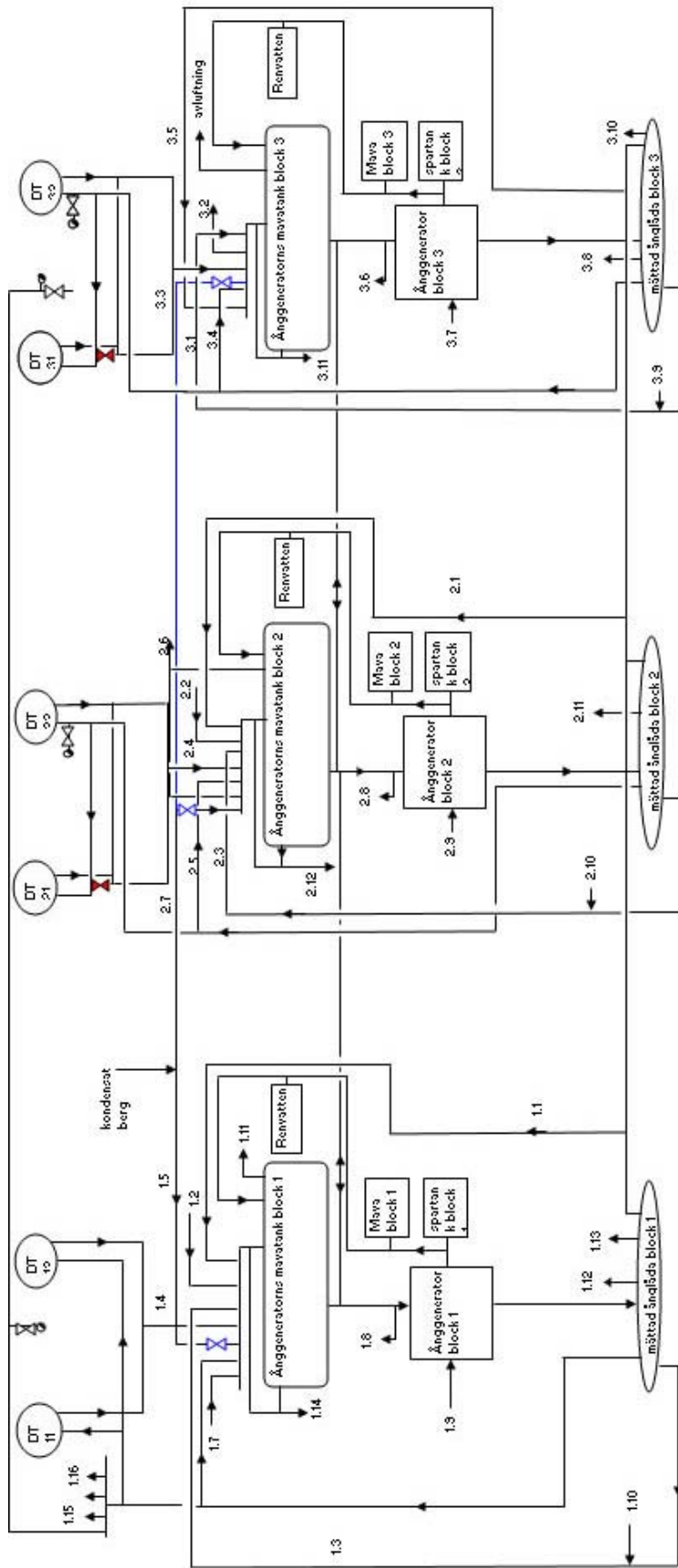


- 1.1 drän förbind led m ångläda block 1,2
- 1.2 kond oljeförvärmare
- 1.3 drän m ångläda och ångatomiser
- 1.4 kond DT
- 1.5 kond bröddvatten oljelager
- 1.6 drän m ångläda - DT
- 1.7 drän m ångläda - oljelager
- 1.8 retur till ång mava 1
- 1.9 från hjälångläda
- 1.10 kondensat brännare
- 1.11 svlftning
- 1.12 ånga till brännolje FV
- 1.13 ånga till berget
- 1.14 till kylkanal
- 1.15 värmning Hamn
- 1.16 värmning

- 2.1 drän förbind m ångläda block 1,2,3
- 2.2 kond oljeförvärmare
- 2.3 drän m ångläda och ångatomiser
- 2.4 kond värmning DT och oljelledning
- 2.5 drän ångledning DT
- 2.6 svlftning
- 2.7 kond bröddvatten oljelager
- 2.8 retur till ång mava 2
- 2.9 från hjälångläda
- 2.10 kondensat brännare
- 2.11 ånga till brännolje FV
- 2.12 till kylkanal

- 3.1 drän m ångläda och ångatomiser
- 3.2 kond oljeförvärmare
- 3.3 kond värmning DT och oljelledning
- 3.4 drän ångledning - DT
- 3.5 drän förbind m ångläda block 2,3
- 3.6 retur till ång mava 3
- 3.7 från hjälångläda
- 3.8 ånga till brännolje FV
- 3.9 kondensat brännare
- 3.10 oljeförvärmare samrod
- 3.11 till kylkanal

13.1.5 Mättat Ångsystem - Utökade kondensatledningar



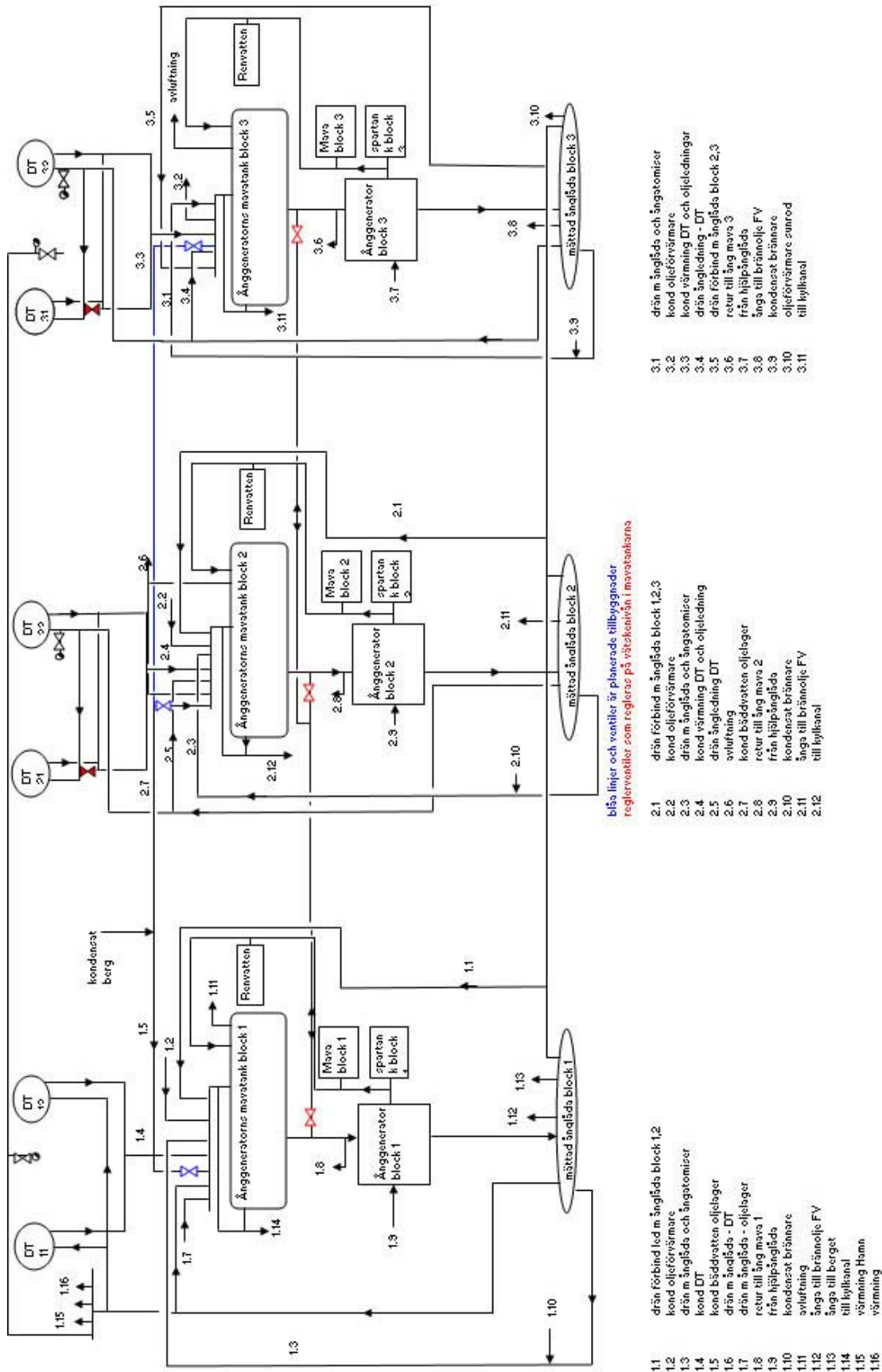
blåa linjer och ventiler är planerade tillbyggnader
 röd vattlinj indikerar ny reglerutrustning

- 1.11 drän förbind m ångläda block 1,2
- 1.12 kond oljeförvärmare
- 1.13 drän m ångläda och ångatomiser
- 1.14 kond DT
- 1.15 kond baddvatten oljelager
- 1.16 drän m ångläda - DT
- 1.17 drän m ångläda - oljelager
- 1.18 retur till ång mava 1
- 1.19 från hjälpanläda
- 1.10 kondensat brännare
- 1.11 avluftning
- 1.12 ångs till brännolje FV
- 1.13 ångs till berget
- 1.14 till kylkanal
- 1.15 värmning Hamn
- 1.16 värmning

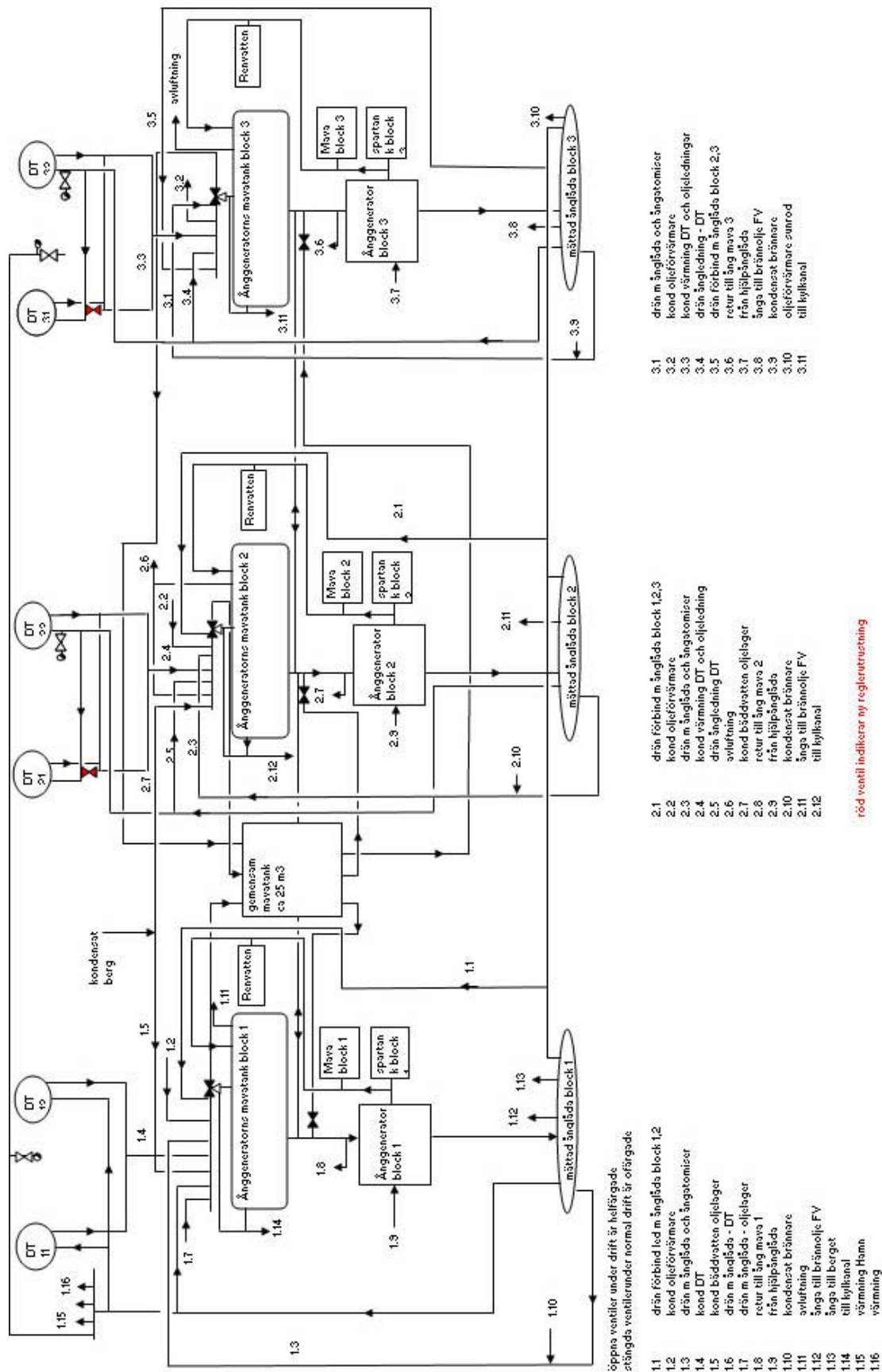
- 2.1 drän förbind m ångläda block 1,2,3
- 2.2 kond oljeförvärmare
- 2.3 drän m ångläda och ångatomiser
- 2.4 kond värmning DT och oljelidning
- 2.5 drän ångledning DT
- 2.6 avluftning
- 2.7 kond baddvatten oljelager
- 2.8 retur till ång mava 2
- 2.9 från hjälpanläda
- 2.10 kondensat brännare
- 2.11 ångs till brännolje FV
- 2.12 till kylkanal

- 3.1 drän m ångläda och ångatomiser
- 3.2 kond oljeförvärmare
- 3.3 kond värmning DT och oljelidningar
- 3.4 drän ångledning - DT
- 3.5 drän förbind m ångläda block 2,3
- 3.6 retur till ång mava 3
- 3.7 från hjälpanläda
- 3.8 ångs till brännolje FV
- 3.9 kondensat brännare
- 3.10 oljeförvärmare samrod
- 3.11 till kylkanal

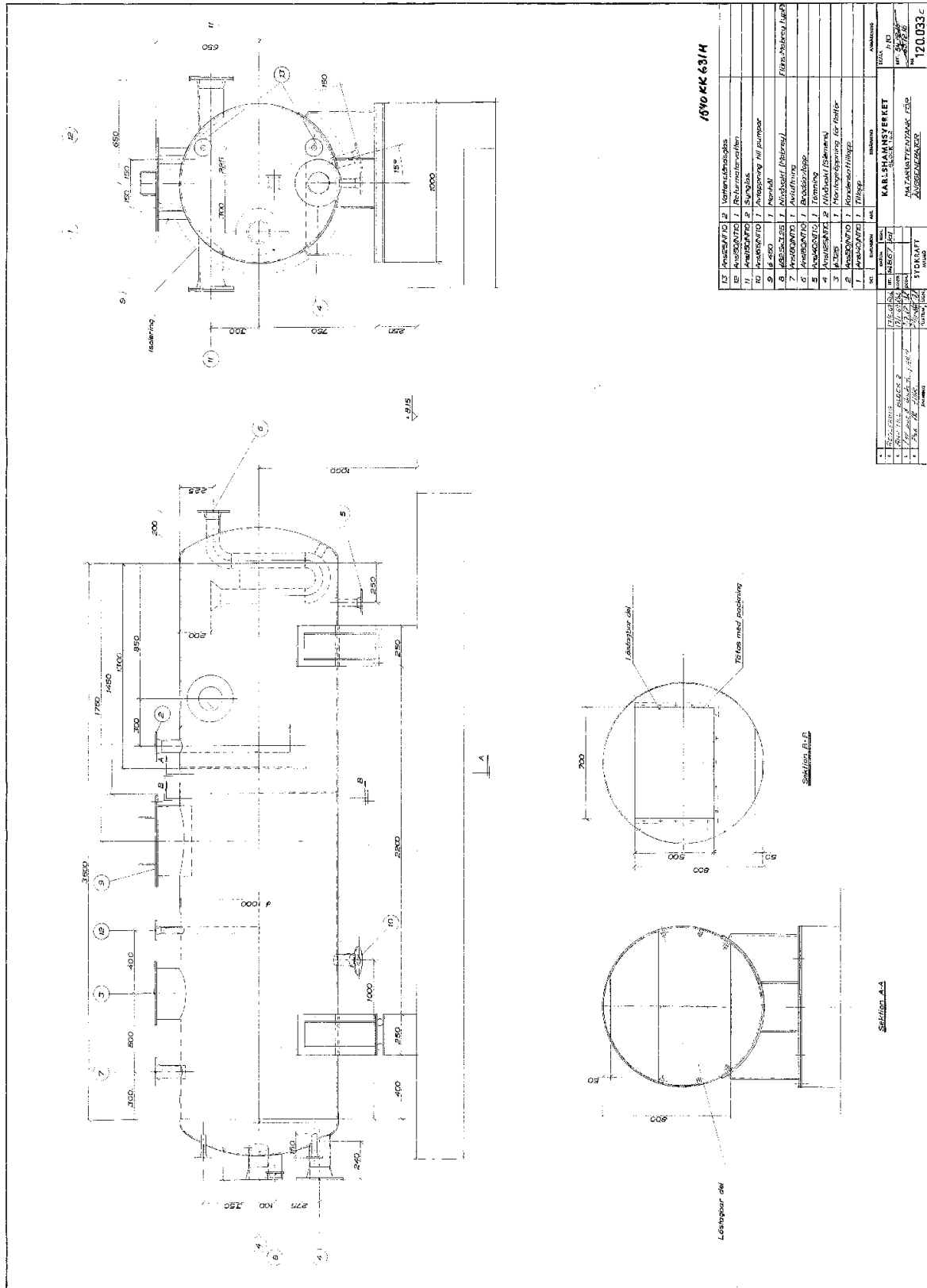
13.1.6 Mättat Ångsystem - Reglerventiler



13.1.7 Mättat ångsystem – Gemensam mavotank



13.1.8 Ånggeneratorernas mavatankar



ÅSVD KK 63/H

NO	ANMÄRKNING	REVISION	DATE	BY
1	ÅSVD KK 63/H			
2	ÅSVD KK 63/H			
3	ÅSVD KK 63/H			
4	ÅSVD KK 63/H			
5	ÅSVD KK 63/H			
6	ÅSVD KK 63/H			
7	ÅSVD KK 63/H			
8	ÅSVD KK 63/H			
9	ÅSVD KK 63/H			
10	ÅSVD KK 63/H			
11	ÅSVD KK 63/H			
12	ÅSVD KK 63/H			
13	ÅSVD KK 63/H			
14	ÅSVD KK 63/H			
15	ÅSVD KK 63/H			
16	ÅSVD KK 63/H			
17	ÅSVD KK 63/H			
18	ÅSVD KK 63/H			
19	ÅSVD KK 63/H			
20	ÅSVD KK 63/H			
21	ÅSVD KK 63/H			
22	ÅSVD KK 63/H			
23	ÅSVD KK 63/H			
24	ÅSVD KK 63/H			
25	ÅSVD KK 63/H			
26	ÅSVD KK 63/H			
27	ÅSVD KK 63/H			
28	ÅSVD KK 63/H			
29	ÅSVD KK 63/H			
30	ÅSVD KK 63/H			
31	ÅSVD KK 63/H			
32	ÅSVD KK 63/H			
33	ÅSVD KK 63/H			
34	ÅSVD KK 63/H			
35	ÅSVD KK 63/H			
36	ÅSVD KK 63/H			
37	ÅSVD KK 63/H			
38	ÅSVD KK 63/H			
39	ÅSVD KK 63/H			
40	ÅSVD KK 63/H			
41	ÅSVD KK 63/H			
42	ÅSVD KK 63/H			
43	ÅSVD KK 63/H			
44	ÅSVD KK 63/H			
45	ÅSVD KK 63/H			
46	ÅSVD KK 63/H			
47	ÅSVD KK 63/H			
48	ÅSVD KK 63/H			
49	ÅSVD KK 63/H			
50	ÅSVD KK 63/H			
51	ÅSVD KK 63/H			
52	ÅSVD KK 63/H			
53	ÅSVD KK 63/H			
54	ÅSVD KK 63/H			
55	ÅSVD KK 63/H			
56	ÅSVD KK 63/H			
57	ÅSVD KK 63/H			
58	ÅSVD KK 63/H			
59	ÅSVD KK 63/H			
60	ÅSVD KK 63/H			
61	ÅSVD KK 63/H			
62	ÅSVD KK 63/H			
63	ÅSVD KK 63/H			
64	ÅSVD KK 63/H			
65	ÅSVD KK 63/H			
66	ÅSVD KK 63/H			
67	ÅSVD KK 63/H			
68	ÅSVD KK 63/H			
69	ÅSVD KK 63/H			
70	ÅSVD KK 63/H			
71	ÅSVD KK 63/H			
72	ÅSVD KK 63/H			
73	ÅSVD KK 63/H			
74	ÅSVD KK 63/H			
75	ÅSVD KK 63/H			
76	ÅSVD KK 63/H			
77	ÅSVD KK 63/H			
78	ÅSVD KK 63/H			
79	ÅSVD KK 63/H			
80	ÅSVD KK 63/H			
81	ÅSVD KK 63/H			
82	ÅSVD KK 63/H			
83	ÅSVD KK 63/H			
84	ÅSVD KK 63/H			
85	ÅSVD KK 63/H			
86	ÅSVD KK 63/H			
87	ÅSVD KK 63/H			
88	ÅSVD KK 63/H			
89	ÅSVD KK 63/H			
90	ÅSVD KK 63/H			
91	ÅSVD KK 63/H			
92	ÅSVD KK 63/H			
93	ÅSVD KK 63/H			
94	ÅSVD KK 63/H			
95	ÅSVD KK 63/H			
96	ÅSVD KK 63/H			
97	ÅSVD KK 63/H			
98	ÅSVD KK 63/H			
99	ÅSVD KK 63/H			
100	ÅSVD KK 63/H			

13.1.9 Värmeväxlare till avfuktare

045

Korsströmsväxlarna i rostfri plåt.
 Epoxybehandlat cellpaket,
 2 st dränrör, 1 1/2-tum rörskåpa
 Skruvad inspektionslucka.
 Anslutning för spiro.

PMT	A	B	L	ØC
201	275	280	242	90
300	512	520	342	160
500	544	550	442	200
580	688	694	534	250
600	636	640	634	315
700	976	978	734	400
800	1120	1122	833	480
1000	1404	1408	1055	500

NO: 11174
 Art: 11174
 Beskrivning: Värmeväxlare
 PMT 400-800
 Mått: Måttning
 3-7000

13.2 Offerter

13.2.1 Offert värmeväxlare

Avfuktarinstallatören ≡ i Malmö AB ≡

Erik Persson
Kännärs väg 3 A
226 46 Lund

Vår ref.
Anders Svensson

Er ref.
Erik Persson

OFFERT Karlshamn

Med anledning av Ert mail 5 Oktober 2005 har vi nöjet inkomma med offert på materialleverans enl. nedan för Karlshamns Kraft.

Förutsättning

Bef. Avfukningsaggregat MX 5000 och CR.2500 skall föses med värmeväxlare på våtluft-reg luft för att minska effektförbrukningen.

Vi offererar därför enl. nedan för MX 5000.

1 st Värmeväxlare PWT 700/700-6,5 inbyggd i rostfritt hölje, cell av aluminium med 2 komponent lack. Temperaturverkningsgrad 55%.
Se bifogad beräkning.

Pris kronor 21.900:-

På denna avfuktare måste man demontera det elektriska värmebatteriet med effekt motsvarande vad man tjänar i effekt via värmeväxlaren.

Om man önskar filter för att rena rumsluften som används som reg. luft kan detta ordnas så att man monterar detta från fabrik

Vi offererar därtör enl. nedan för CR 2500

1 st Värmeväxlare PWT 500/500-5,5 inbyggd i rostfritt hölje, cell av aluminium med 2 komponent lack. Temperaturverkningsgrad 50%.
Se bifogad beräkning.

Adress	Telefon	Bankgiro	Momsreg.nr
Ridsögatan 12	040-221818	5854-1681	SE556661104101
213 77 Malmö	Fax	Organisationsnr	
	040-221881	556661-1041	

Avfuktarinstallatören ≡ i Malmö AB ≡

Pris kronor 13.600:-

På denna avfuktare behöver man **inte** demontera det elektriska värmebatteriet med effekt motsvarande vad man tjänar i effekt via värmväxlaren då det finns inbyggda solid state reläer som automatisk reglerar ned effekten.

Om man önskar filter för att rena rumsluften som används som reg. luft kan detta ordnas så att man monterar detta från fabrik

Gällande mervärdesskatt tillkommer på samtliga priser

Leveransvillkor
Fritt fabrik

Leveranstid
Ca 4 arbetsveckor

Betalningsvillkor
30 dagar netto

Offerten giltighetstid
T.o.m. 15 November 2005

Malmö 2005-10-13

Med vänlig hälsning



Anders Svensson

Adress
Ridspögatan 12
213 77 Malmö

Telefon
040-221818
Fax
040-221881

Bankgiro
5854-1681
Organisationsnr
556661-1041

Momsreg.nr
SE556661104101

Notes:

Type: PWT 10 / 700 / 700 - 8,5

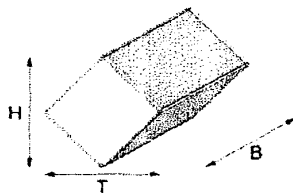
		Supply air	Extract air
Inlet condition	Standard air volume	1656	1656 m ³ /h
	Air volume	1865	1656 m ³ /h
	Temperature	55,0	20,0 °C
	Relative humidity	18,0	50,0 %
	Absolute humidity	17,89	7,26 g/kg
	Enthalpy	102,0	38,6 kJ/kg
Outlet condition	Air volume	1757	1765 m ³ /h
	Temperature	35,9	39,3 °C
	Relative humidity	47,9	16,5 %
	Absolute humidity	17,89	7,26 g/kg
	Enthalpy	82,1	58,2 kJ/kg
Face air velocity	1,06	0,94 m/s	
Pressure drop	26	23 Pa	
Exchange efficiency dry	55	55 %	
Exchange efficiency wet	55	55 %	
Heat recovery dry	-10,8	10,8 kW	
Heat recovery wet	-10,8	10,8 kW	
Condensation		g/kg	
		kg/h	

Calculation based on

Air pressure	1013 mbar
Altitude	0 m

Dimensions

Height (H)	960 mm
Width (B)	700 mm
Depth (T)	960 mm
Weight	33,0 kg



Version 05/01

NOTES:

Type: PWT 10 / 500 / 500 - 5,5

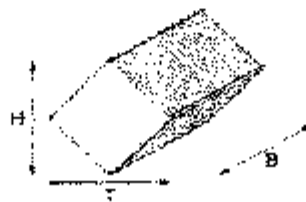
		Supply air	Extract air
Inlet condition	Standard air volume	750	750 m ³ /h
	Air volume	845	750 m ³ /h
	Temperature	55,0	20,0 °C
	Relative humidity	18,0	50,0 %
	Absolute humidity	17,89	7,20 g/kg
	Enthalpy	102,0	38,6 kJ/kg
Outlet condition	Air volume	500	795 m ³ /h
	Temperature	37,5	37,7 °C
	Relative humidity	44,0	18,0 %
	Absolute humidity	17,89	7,26 g/kg
	Enthalpy	83,8	56,0 kJ/kg
Face air velocity		0,94	0,83 m/s
Pressure drop		21	19 Pa
Exchange efficiency dry		50	50 %
Exchange efficiency wet		50	50 %
Heat recovery dry		-4,5	4,5 kW
Heat recovery wet		-4,5	4,5 kW
Condensation			g/kg kg/h

Calculation based on

Air pressure 1013 mbar
 Altitude 0 m

Dimensions

Height (H) 877 mm
 Width (B) 500 mm
 Depth (T) 677 mm
 Weight 15,0 kg



Version 05/01