



Installation af nye ammoniakvarmepumper

v/Søren Skærbæk

Energiansvarlig

Skjern Papirfabrik A/S

Fakta om Søren Skærbæk

Uddannelse

Maskinmester

Skjern Papirfabrik (SP)

Ansatt siden august 2007

Miljø-, arbejdsmiljø- og energiansvarlig

Projektleder på relaterede projekter,
herunder VP-projektet

Vildbjerg Tekniske Værker

Forsyningsvirksomhed
Varme-, el- og vandforsyning

A.P. Møller

Sejlende maskinmester

Fakta om Skjern Papirfabrik A/S

- Årlig produktion 62.000 ton, primært til emballageindustri.
Ordreproducerende
- Energi- og miljøcertificeret
- Årlig omsætning 206 mio.
- Den ene af de 2 papirfabrikker der er tilbage i Danmark, efter 31/12-2012 den eneste tilbageværende
- Årligt N-gasforbrug godt 6 mio. m³
- Årligt elforbrug godt 18 mio. kWh



Miljø- og energirelaterede investeringer siden 2007

2007	Ombygning/renovering af pumpestation ved Skjern Å	0,3 mio.
2008	Opnået miljøgodkendelse på flisfyret dampkedelanlæg til 40 mio.	<i>ikke bevilget</i>
2008	Ombygning/renovering af vandværk	1,4 mio.
2009	Ombygning/renovering af renseanlæg	4,4 mio.
2010	Installeret ny N-gasfyret dampkedel med fjernvarmeproduktion	5,0 mio.
2010	Ombygning fra IR-paneler til tørrecylindre	4,0 mio.
2011	Forprojekt VP-anlæg inkl. ansøgning om EUDP-midler	0,4 mio.
2012	Etablering af nyt varmepumpeanlæg	21,1 mio.
	Diverse arbejdsmiljørelaterede projekter	1,0 mio.
	Samlet investering	37,6 mio.
	Energipræmier/tilskud anslået (heraf ca. 10 mio. til VP-projekt)	16 mio.

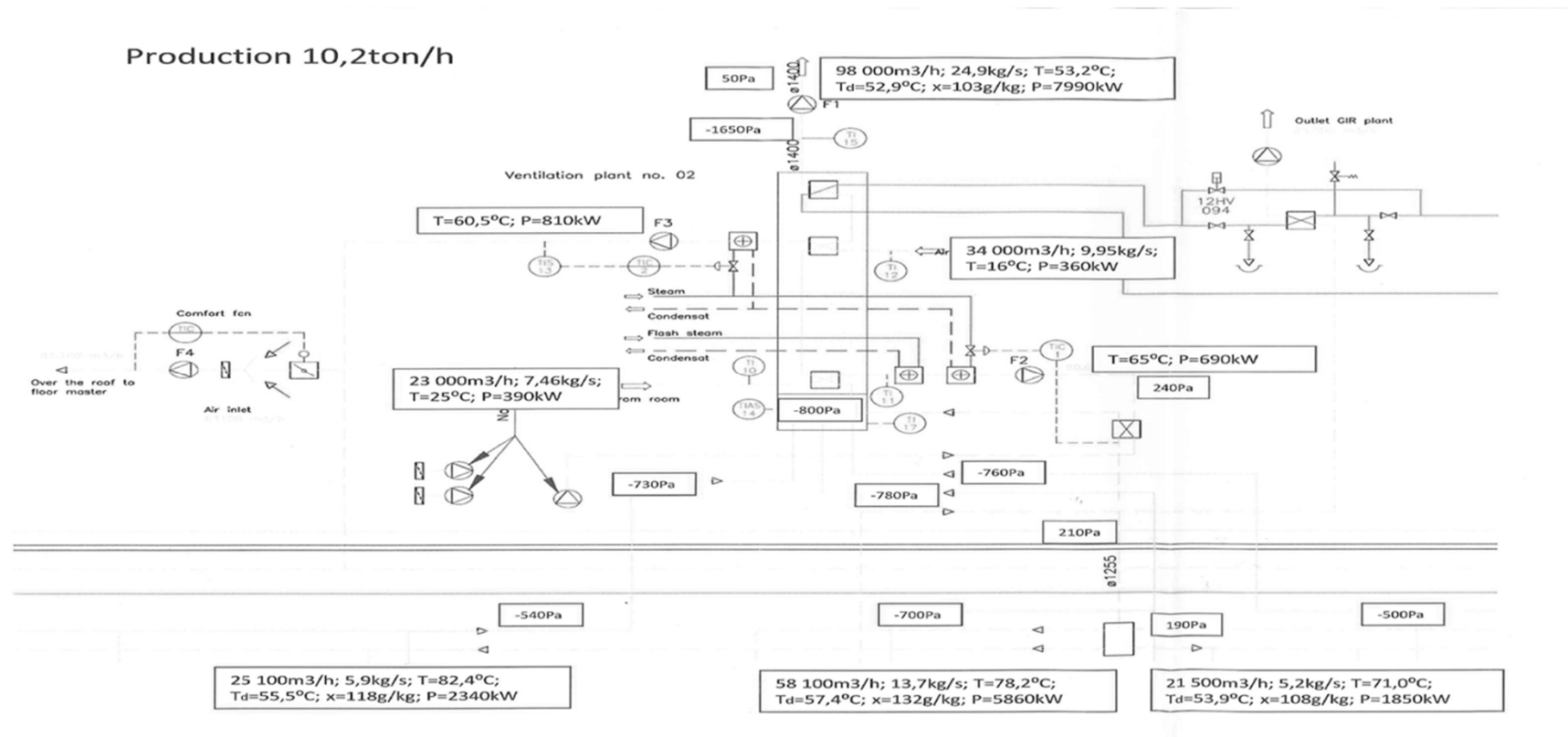
Udnyttelse af spildvarme - samarbejde mellem SP og SFC 2010

- SP indledte samarbejde med Skjern Fjernvarmecentral (SFC) august 2010, hvor anlæg til udnyttelse af spildvarme fra dampkedelanlæg blev idriftsat.
- Årsproduktion ca. 6.000 MWh svarende til 8% af SFC's årsproduktion.
- Daværende aftale var bygget op på 50/50 deling af forskellen mellem SP's produktionspris (energiavgift) og SFC's varmeproduktionspris, som hvis varmen var fremstillet på SFC's eget N-gas fyrede varmtvandskedel. Simpel afregningsmodel.
- Dvs. SFC's besparelse ved køb af varme fra SP svarer til SP's fortjeneste.
- Anlægget kører tilfredsstillende.



Udnyttelse af spildvarme – intern varmegenvinding

- Stor mængde spildvarme ved papirproduktion, primært fra tørreprocessen
- Varmebærer er procesafkast fra tørrehætten, 100.000 m³/time, 50 °C, 100 % mættet
- Der bliver genvundet maksimalt i egen interne varmegenvinding



Udnyttelse af spildvarme - mulighed for yderligere genvinding

- Skjern Papirfabrik deltager i FLEX-el med TI.
- TI beregner potentialet ved installation af varmepumpeanlæg
- Anvendelse af programmet COOLPAC, underviser undertegnede i samme

CoolPack AIR COOLER
> COOLING AND DEHUMIDIFICATION OF MOIST AIR

INLET CONDITION

T₁ [°C]

x₁ 0,08635 [kg/kg]

h₁ 274,09 [kJ/kg]

RH₁ [%]

T_{DEW,1} 50,00 [°C]

T_{WET,1} 50,00 [°C]

OUTLET CONDITION

T₂ [°C]

x₂ 0,02721 [kg/kg]

h₂ 99,73 [kJ/kg]

RH₂ 100,0 [%]

T_{DEW,2} 30,00 [°C]

T_{WET,2} 30,00 [°C]

Air pressure [kPa] : Cooler surface temperature [°C] :

Process: Cooling and dehumidification - Correction for over-saturated outlet condition!

AIR FLOW		PROCESS PARAMETERS	
MOIST AIR		DRY AIR	
Volume flow [m ³ /h]	<input type="text" value="100000"/>	Mass flow	26,645 [kg/s]
Mass flow (mixture)	28,946 [kg/s]		
Mass flow (water)	2,301 [kg/s]		
		Cooling demand	4646 [kW]
		Sensible load	115,5 [kW]
		Latent load	4530 [kW]
		Latent load (frost)	589,351 [kW]
		SHR	2,5 [%]
		Dehumidification rate	5673 [kg/h]
		dh/dx	2948 [kJ/kg]

Inlet and outlet properties are stated per kg dry air dh/dx corrected !!

© 1999 - 2001
Department of
Mechanical Engineering
Technical University
of Denmark
Version 1.46
TOOL A.2

Udnyttelse af spildvarme - mulighed for yderligere genvinding

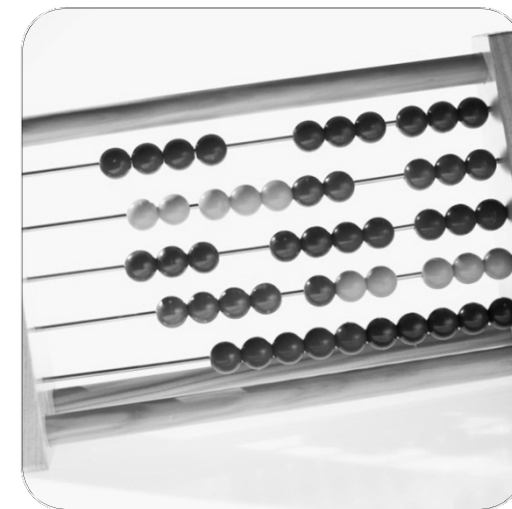
- Beregning af mulig afsætning
- Der er overkapacitet i de 4 sommer måneder, reduceret output

Beregning af årlige driftstimer med fuldlast samt total varmeproduktion ved varierende varmeeffekter baseret på oplysninger om månedlige varmevoluminer for året 2009

	Effekt	SFC prod	SP nuv lev	Rest	Max prod SP		Max prod SP		Max prod SP	
sum timer	måned	MWh	MWh	MWh	ved 4,0 MW	Timer	ved 4,5 MW	Timer	ved 5,0 MW	Timer
744	januar	11701	480	11221	2976	744	3348	744	3720	744
672	februar	9996	480	9516	2688	672	3024	672	3360	672
744	marts	8649	480	8169	2976	744	3348	744	3720	744
720	april	4788	480	4308	2880	720	3240	720	3600	720
744	maj	4195	480	3715	2976	744	3348	744	3715	743
720	juni	3185	480	2705	2705	676	2705	601	2705	541
744	juli	2387	480	1907	1907	477	1907	424	1907	381
744	august	2762	480	2282	2282	571	2282	507	2282	456
720	september	3495	480	3015	2880	720	3015	670	3015	603
744	oktober	6793	480	6313	2976	744	3348	744	3720	744
720	november	7298	480	6818	2880	720	3240	720	3600	720
744	december	10674	480	10194	2976	744	3348	744	3720	744
8760		75923	5760	70163	33102	8276	36153	8034	39064	7813

Udnyttelse af spildvarme – nyt samarbejde med SFC 2011

- Forhandlinger med SFC om yderligere varmeaftag
- Stor udfordring at skulle levere en så stor andel varme (op til 60 %) ind i det eksisterende fjernvarmenet
- Hensigtserklæring underskrives 10. marts 2011
- Prisen forhandles sideløbende
- Udgangspunktet er en 50/50 løsning som ved RGV-anlægget
- SFC accepterer klart nok ikke, at substitutionsprisen nu er ren gasvarme.
- SFC har planer om installation af nyt N-gasfyret KV-anlæg.
- Det giver store udfordringer at opstille afregningsmodel for SFC's alternative varmepris, som hvis SP ikke havde leveret varme til nettet.



Udnyttelse af spildvarme – nyt samarbejde med SFC 2011

- Der udarbejdes et forslag lignende den, som anvendes ved RGV-anlægget.
- Hensigten er at udvikle en dynamisk model til beregning af den aktuelle ”fiktive” varmeproduktionspris på grundlag af aktuelle priser for N-gas, træpillepriser, CO2-kvotepris, elpriser, diverse virkningsgrader, COP-faktor VP-anlæg, diverse afgiftssatser samt månedens varmeproduktion.
- Det viser sig svært at blive enige om, hvordan varmen alternativt skulle være produceret, herunder andelen af varme produceret på KV-anlæg, der jo vil være bestemt af den aktuelle elpris.
- På basis af mange beregninger nås enighed om den formodede fremtidige varmeproduktionspris på SFC´s egne anlæg, som hvis SP ikke havde leveret varme.

Dynamisk afregningsmodel, ikke taget i anvendelse

Arsproduktion		Skjern Fjernvarme produktion nuværende produktion												Skjern Fjernvarme produktions pris (med varme fra SP)					
	produktion 2009	produktion aktuel simulering	Øst kedel 4		Øst kedel 1		Øst motor		Syd kedel		Vest træpiller		SP RGV		SP varmepumper		Total energi	Total brændsels og afgift udgift	Total gennemsnitlig produktionspris
Måned	[mwh]	[mwh]	[mwh]	[kr]	[mwh]	[kr]	[mwh]	[kr]	[mwh]	[kr]	[mwh]	[kr]	[mwh]	[kr]	[mwh]	[kr]	[mwh]	[kr]	[kr/mwh]
januar																			
februar																			
marts																			
april																			
maj																			
juni																			
juli																			
august																			
september																			
oktober																			
november																			
december																			
Total																			

Arsproduktion		Skjern Fjernvarme produktion med motordrift												Skjern Fjernvarme produktions pris (med varme fra SP)					
	produktion 2009	produktion aktuel simulering	Øst kedel 4		Øst kedel 1		Øst motor		Syd kedel		Vest træpiller		SP RGV		SP varmepumper		Total energi	Total brændsels og afgift udgift	Total gennemsnitlig produktionspris
Måned	[mwh]	[mwh]	[mwh]	[kr]	[mwh]	[kr]	[mwh]	[kr]	[mwh]	[kr]	[mwh]	[kr]	[mwh]	[kr]	[mwh]	[kr]	[mwh]	[kr]	[kr/mwh]
januar																			
februar																			
marts																			
april																			
maj																			
juni																			
juli																			
august																			
september																			
oktober																			
november																			
december																			
Total																			

Udnyttelse af spildvarme – nyt samarbejde med SFC 2011

- Enighed mellem SFC og SP om model med fast DB/MWh
- Giver åbenlys interesse for kunden at anlægget optimeres fuldt ud
- SFC garanterer et minimum årligt aftag på 30.000 MWh ► en ”rimelig” tilbagebetalingstid for SP på maks. 5 år.
- Virkningsgradsforbedringer falder til SFC´s fordel. Faldende produktionspris kan føre til øget afsætning
- SP garanterer gennemsnitlig månedlig minimum anlægsCOP-faktor på 6,7
- **Underskrivelse af kontrakt den 12. januar 2012**
- Udgiftsfordeling SP bygger anlæg
 SFC bygger transmissionsledning til aftag 8 MW
- Herved opnås, at energipræmien tilfalder SP, der står som anlægsejer.

Vedtaget afregningsmodel

Skjern Papirfabrik A/S

Driftsøkonomi varmepumpeprojekt

Arligt varmesalg
30000 MWh 36000 MWh

Virkningsgrad/COP	
Ydelse i varmepumpe	MW
Eleffekt	kW
Til elleverandør (Energid Danmark, RingSkjern fors)	
Elpris 2012, incl transpbet, Energinetsyst og PSO	kr./kWh
PSO-afgift udgør heraf i 2011	kr./kWh
Evt fradrag af PSO-afgift (Ikke vedtaget)	kr./kWh
Til Staten	
Energiafg 2012 incl espareafg/CO2 ,eldistr, tillafg - 11,8 ør kr./kWh	
Indtjening	
Varmepris (salgspris)	kr./MWh
Overskudsv arneafgift	kr./MWh
Årlige drifttimer med fuld ydelse	timer
Samlet varmeproduktion	MWh
Grundlag for energibesparelser(varmep - elforbrug)	MWh
Samlet indtjening	kr.
Udgifter	
Elforbrug	kWh
Omkostninger el	
Strømdgift	kr.
Elafgift incl Energispafg(CO2)	kr.
Samlet eludgift	kr.
Vedligeholdsmkostninger kr 5/MWh	kr.
Varmeandel med fradr for overskudsv arneafg (svarer til 3 gange tot elforbrug i varmepumpe)	MWh
Overskudsv arneandel til beskatning	MWh
Overskudsv arneafgift	kr.
Samlede udgifter	kr.
Årlig fortjeneste SP	kr.
Produktionspris	kr/MWh
Fortjeneste pr MWh	kr/MWh

Varmepumpeanlæg - myndighedsbehandling

- Ansøgning om EUDP-midler med hjælp fra rådgiver
Hovedargumenter: Stor andel industriel varme i mindre fjernvarmeselskab samt nyudviklet skruekompressor
- Projektforslag på anlægsopbygning med samfundsøkonomisk analyse til RKSK
- Projektforslag på transmissionsledningen udføres af SFC
- Anmodning om bindende afgiftssvar (i samarbejde med revisor)

Begrundelse: *Der kan ikke både anvendes regel om fradrag for 3 gange elforbrug før overskudsvarmeafgift og regel om afgift 32,5 % af vederlag. Myndighed mener, det skal være kr. 51,6/GJ.*

Afgørelse påklages, medhold opnås 9. november 2011
Ivan Ibsen, PWC er "the man".

Afslag

Endelig godkendelse
31. august 2011

Godkendelse
21. juni 2012

Afslag i første omgang



Varmepumpeanlæg – CO2 kvoter og miljøgevinster

- Mulighed for tildeling af gratis kvoter efter varmebenchmark, som følge af varmelevering til offentlig varmeforsyning, 62,3 kvoter/TJ
- Potentialet er over 6.000 kvoter/år
- Den eventuelle indtjening ved salg er ikke medregnet i budget grundet stor usikkerhed om kvotepriser.
- Varmeproduktionen modsvarer et tilsvarende naturgasforbrug på over 3 mio. m³/år.
- En yderligere miljøgevinst er 60 % reduktion i luftemissioner, ifm. udkondensering af ca. 100 m³ vand fra afkastet pr døgn.



Varmepumpeanlæg - entrepriser

- Projektet tager form, der er dialog med to hovedleverandører
- Undersøges løsning med stempelmaskiner, der præsterer lidt højere COP, men med mere kompliceret opbygning i flere trin og lavere sluttryk. SFC ønsker op til 76 grader
- Hybridanlæg en mulighed, begrænsede driftserfaringer, præsterer umiddelbart ikke bedre
- Sideløbende granskes anlægsopbygningen og præstationerne af TI, foreslår seriekobling. Dette drøftes med leverandører. Komplicerer driften med meget begrænset gevinst

Projektet opdeles i 5 entrepriser:

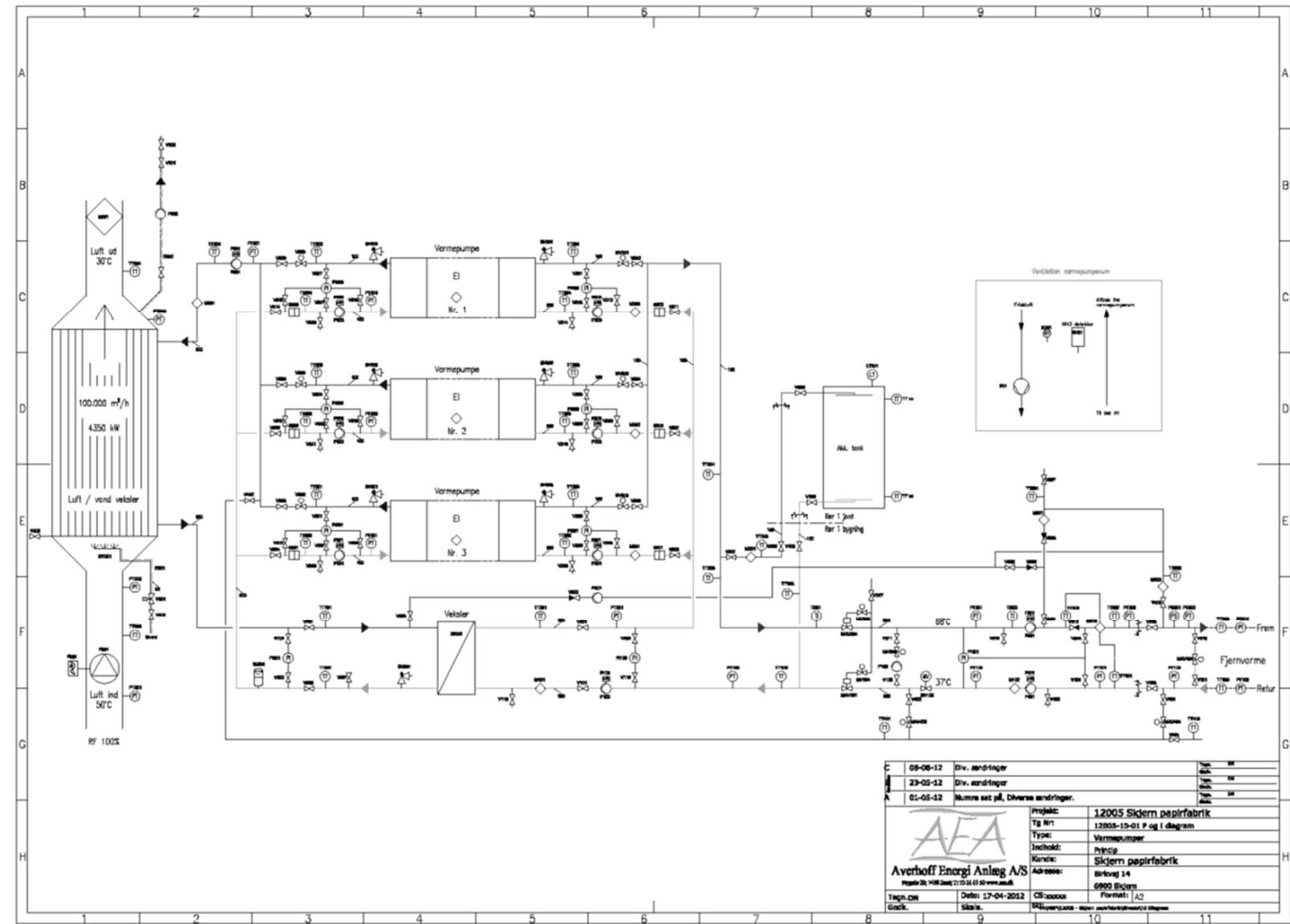
- Bygning Hansen & Larsen A/S
- Akkumuleringstank F.W. Rørteknik A/S
- EI og SRO Dansk Miljø- og Energistyring A/S
- Højspændingsanlæg Ringkøbing-Skjern Forsyning, overgår til RAH
- Maskinentreprise Averhoff Energi Anlæg A/S

Varmepumpeanlæg – anlægsopbygning, større komponenter

- 3 skruekompressorer SAB157H ammoniak R717 355 kWel fabrikat Johnson Controls
- Luft/vand veksler fabrikat Sical AB
- Vand/vand veksler fabrikat Alfa Laval
- Akkumuleringstank 1.250 m³
- El- og SRO anlæg
- Flytning af eksisterende 1.600 kVA transformer til nyt transformerrum med nyt mellemspændingsfordelingsanlæg
- Ny blæser 200 kW fabrikat Moldow
- Nyt 18 meter afkast Ø 1.500
- Rør- og pumpeinstallation
- Transmissionsledning



Varmepumpeanlæg - anlægsopbygning - P&I diagram

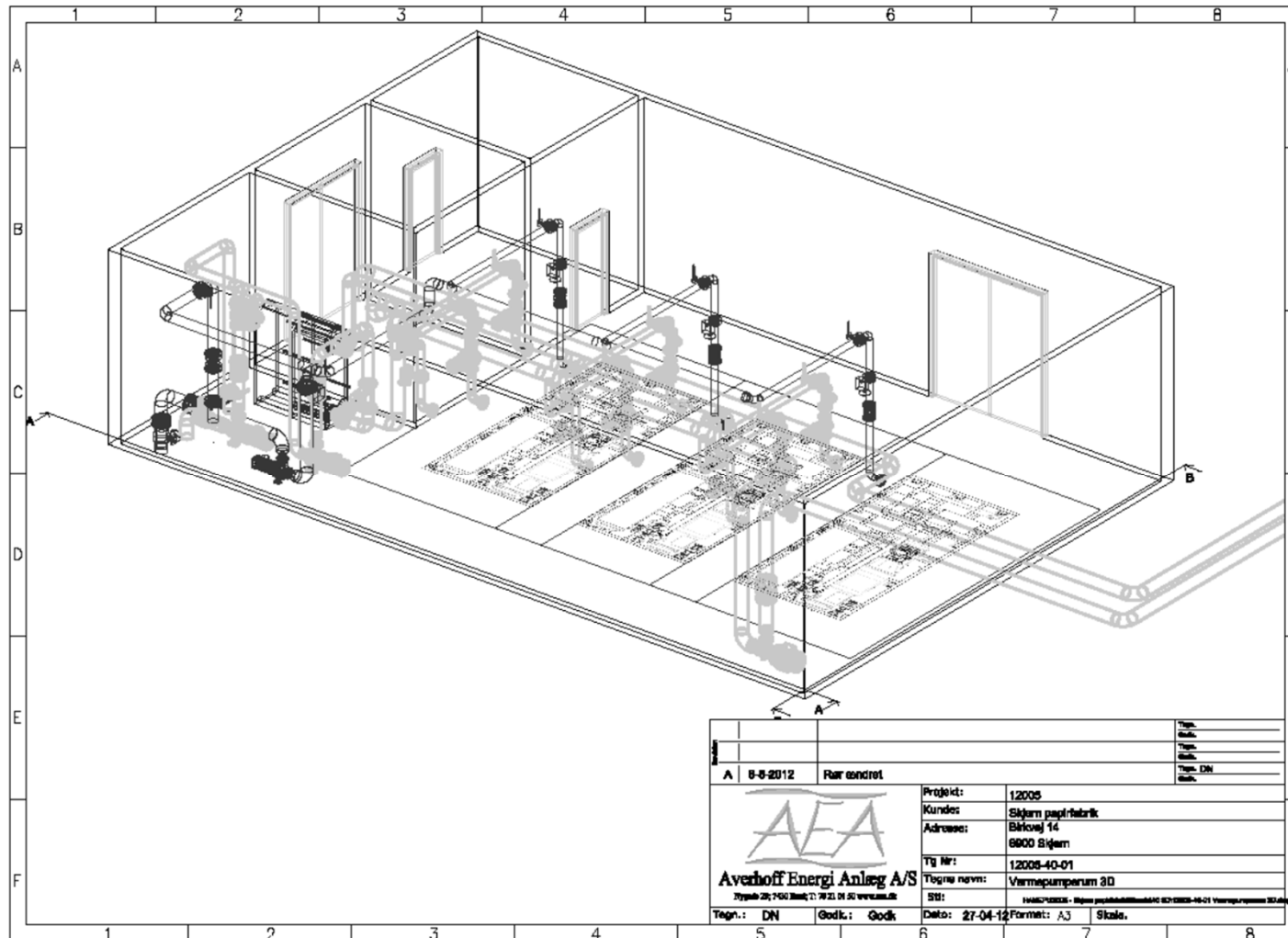


08-06-12	Div. ændringer		
23-02-12	Div. ændringer		
01-02-12	Mums set på, Diverses ændringer.		

		Projekt: 12005 Skjern papirfabrik Tg Nr: 12005-10-01 P og I diagram Type: Varmepumpe Indhold: P&ID Kunde: Skjern papirfabrik Adresse: Skovvej 14 6900 Esbjerg Dato: 17-04-2012 CS: 20000 Format: A2 Tegner: [] Græsk: []
---------------------------------------------------------------------------------------	--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



Varmepumpeanlæg - anlægsopbygning - 3D tegning



Indføringsbøjning DN 200 twinrør



Transmissionsledning DN 200 henh DN 150 twinrør



Ny 200 kW blæser, direct drive



Akkumuleringstank 1250 kbm, svøbhøjde 20 meter



Luft/vand-veksler og nyt afkast, 14 og 18 meter



Varmepumper, 3 stk opstillet

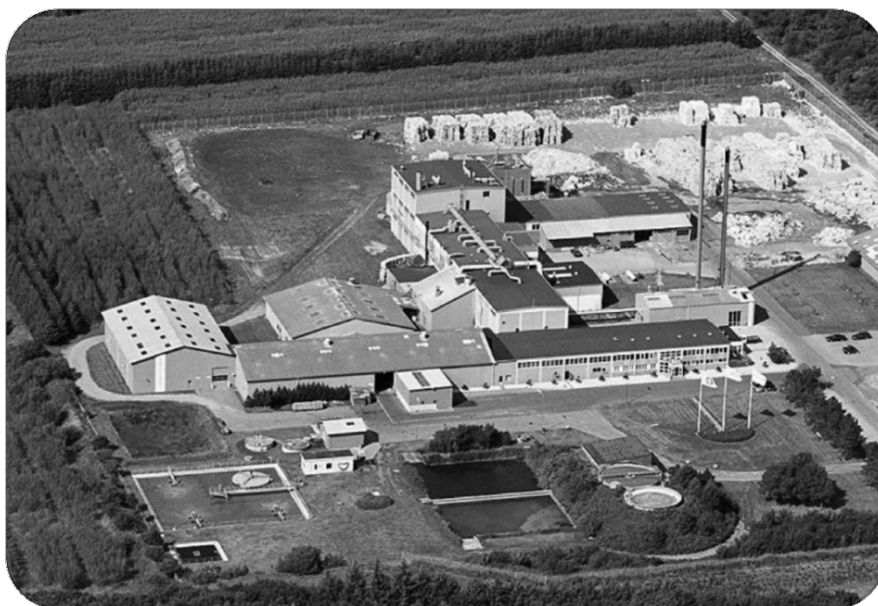


Varmepumpeanlæg – status

- Afholdt 13 byggemøder med eksterne leverandører
- Interne møder med Skjern Papir projektgruppe
- Styringsstrategi er udarbejdet, kan tilpasses
- FAT resultat COP 5,7
- Test og indkøring Nu
- Varmeproduktion Fra uge 47
- Driftsmæssig overdragelse Uge 49
- Aflevering Uge 51

Tak for opmærksomheden

?



Anbefaling:
*Lær skatte- og
afgiftssystemet at
kende, selvom
det er frygtelig
kedeligt stof*