



# Er fordampningskondensatoren optimal til industricooling?

Vurdering af årligt forbrug ift. luftkølet kondensator



# Tradition

Fordampningskondensatoren bruges til industrianlæg, for at minimere energiforbrug og kompressor størrelse.

Dimensioneres ved worst-case, fx 20°C våd og 27°C kondensering.

Sprayvandsystemet laves ofte med remote sump med øget pumpestørrelse.



# Ulemper

Fordampningskondensatoren har dog visse ulemper:

- Vandforbrugende
- Fouling / kalk / stoppede dyser / legionella / vandbehandling
- Frost-hensyn
- Tung
- Vandpumpen må ikke reguleres (?)
- Støjende – selv med aksialblæser (?)



# Tankeeksperiment

FAKTA: Fordampningskondensatorens effektivitet falder med vådtemperaturen, pga. luftens reducerede evne til at opfugte.

FAKTA: Udenfor NH<sub>3</sub> verdenen bruges luftkølede kondensatorer flittigt.

Hvad er performance udenfor worst case, hvor anlægget jo kører 99% af tiden?

Har luftkølet kondensator en chance på NH<sub>3</sub> anlæg?



# Beregninger

Sammenligning af forbrug for et  $\text{NH}_3$  køleanlæg med fordampningskondensator vs. luftkølet kondensator, ved en time-til-time beregning af et dansk standard-år.



# Sommerdrift (= worst case)

Sommer: $t_{wet} = 20^{\circ}\text{C}$ / $t_{dry} = 32^{\circ}\text{C}$	<b>Fordampningskølet</b> 1 x ATC 682E 16 ton / 10 m <sup>2</sup> footprint	<b>Luftkølet</b> 3,2 x AD 090.2QF/18A-68 9 ton / 82 m <sup>2</sup> footprint
Kuldeydelse ( $t_e = -10\text{ C}$ )	1000 kW	1000 kW
Kondenseringstemperatur (100% ventilator)	27°C	39°C
Kondensatorydelse	1199 kW	1266 kW
Kompressormotor effekt	199 kW	266 kW
Ventilator effekt	18,5 kW	47 kW
Pumpe effekt	5,5 kW	-
Vandforbrug (20% bleed off)	2,1 m <sup>3</sup> /h	-
COP total	4,5	3,2

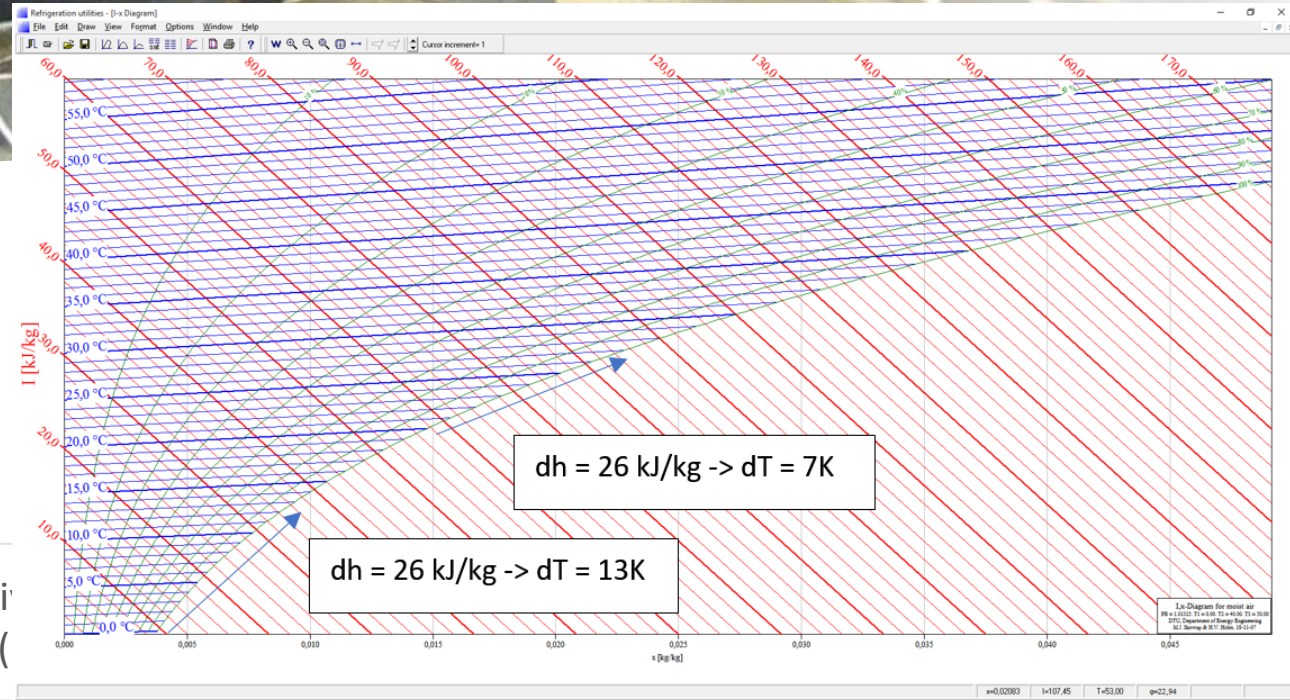


# Vinterdrift

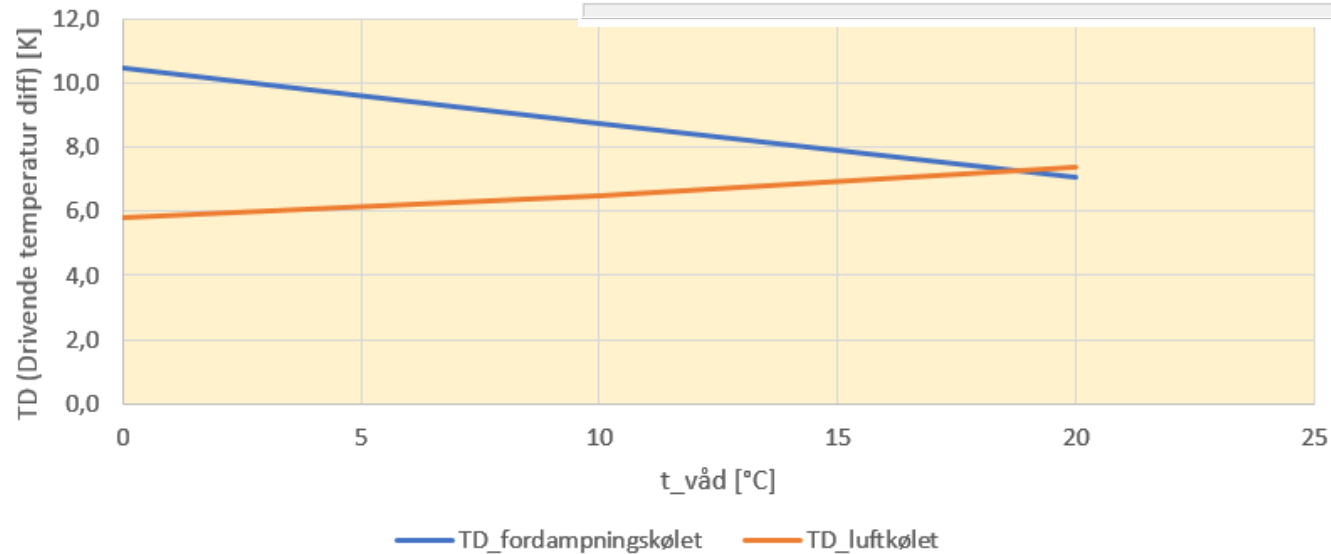
Vinter: $t_{wet} = -2,5^{\circ}\text{C}$ / $t_{dry} = 0,0^{\circ}\text{C}$	<b>Fordampningskølet</b> 1 x ATC 682E 16 ton / 10 m2 footprint	<b>Luftkølet</b> 3,2 x AD 090.2QF/18A-68 9 ton / 82 m2 footprint
Kuldeydelse ( $t_e = -10\text{ C}$ )	800 kW	800 kW
Kondenseringstemperatur (100% ventilator)	$6,3^{\circ}\text{C}$	$4,7^{\circ}\text{C}$
Kondenseringstemperatur (reguleret)	$15,0^{\circ}\text{C}$	$15,0^{\circ}\text{C}$
Kondensatorydelse	907 kW	907 kW
Kompressormotor effekt	107 kW	107 kW
Ventilator effekt	4,7 kW	1,4 kW
Pumpe effekt	5,5 kW	-
Vandforbrug (20% bleed off)	1,6 m3/h	-
COP total	6,8	7,4



# Observation



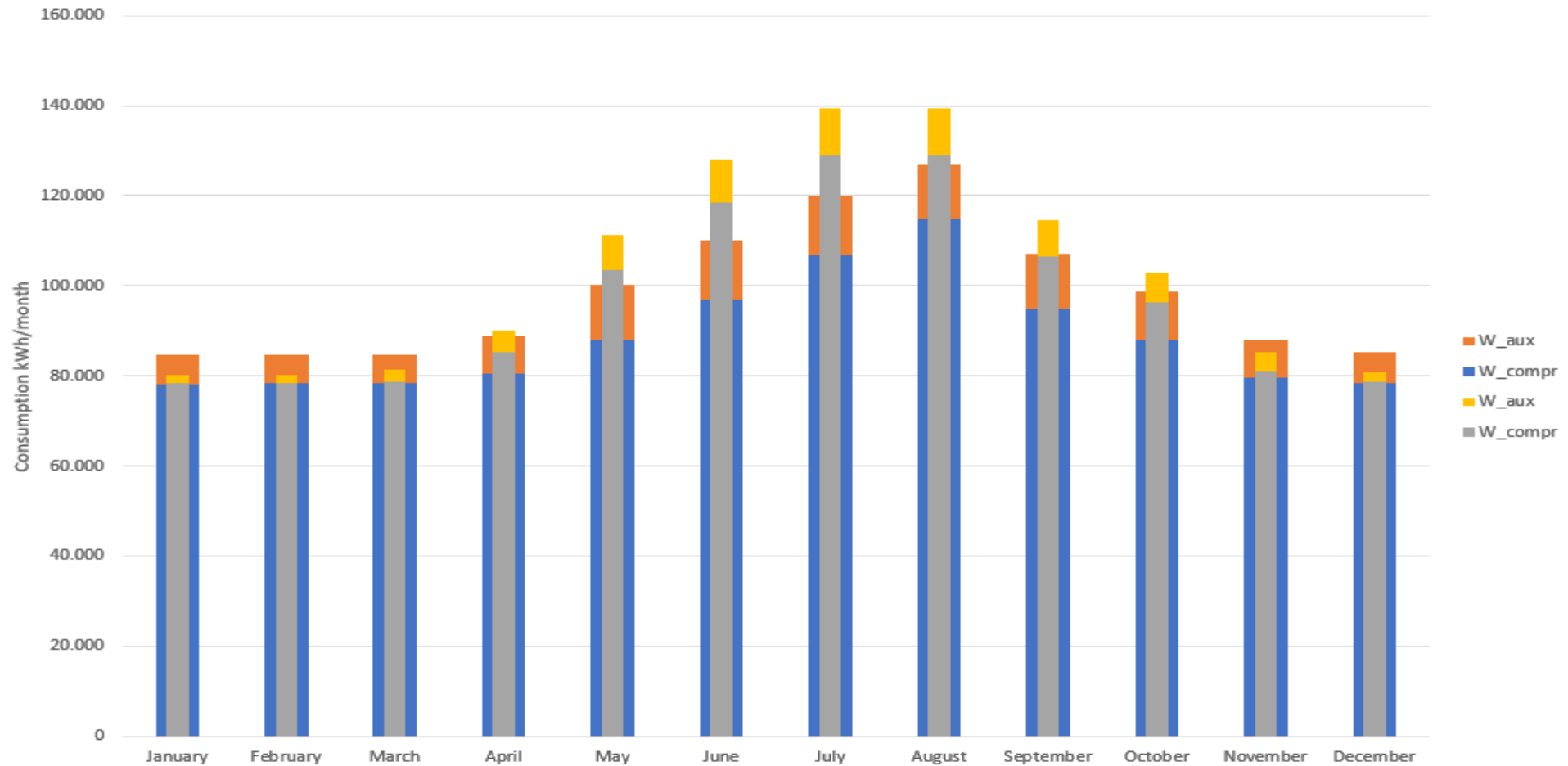
Ændring af nødvendig Dri  
af  $t_{\text{våd}}$  (







Monthly energy consumption of 1MW NH<sub>3</sub> plant  
with evaporative condenser vs. air cooled condenser





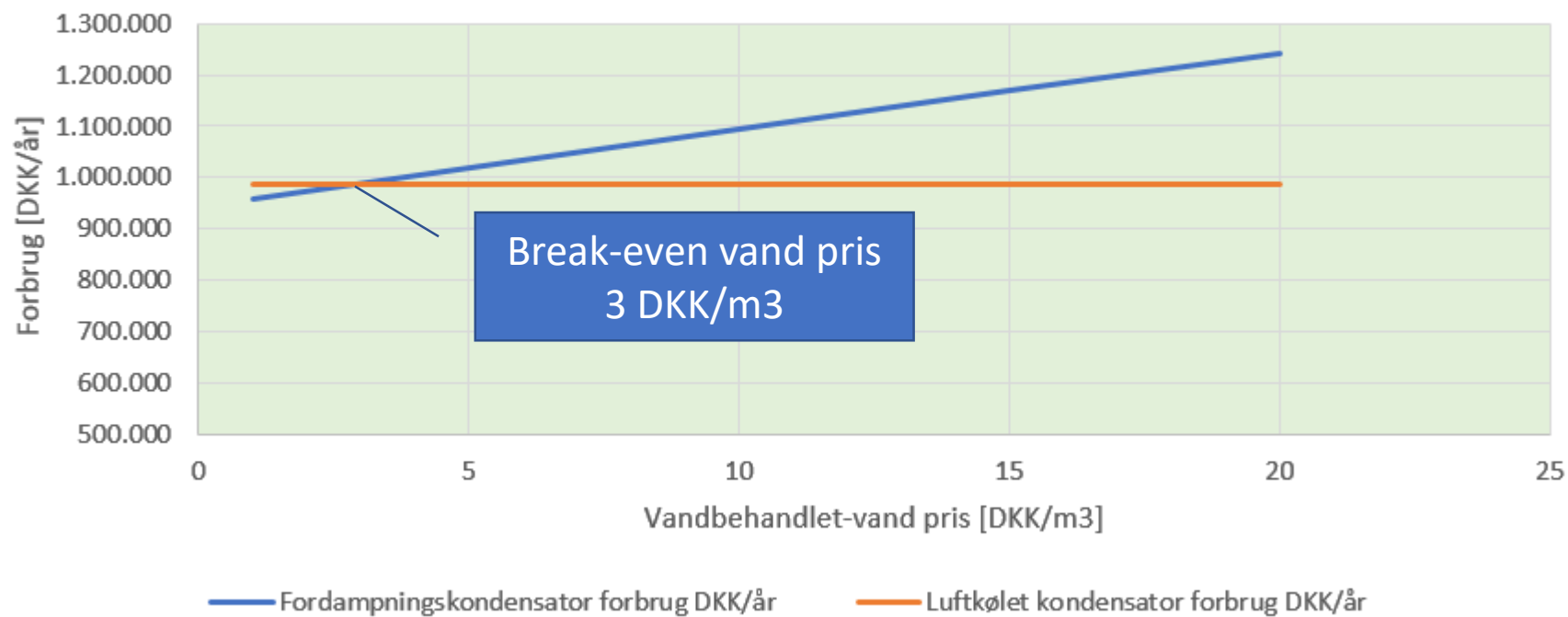
			Fordampningskondensator				Luftkølet kondensator		
	t_dry C	t_wet C	W_compr kWh/mdr	W_aux kWh/mdr	W_tot kWh/mdr	V_forbrug m3/mdr	W_compr kWh/mdr	W_aux kWh/mdr	W_tot kWh/mdr
January	1,5	-0,9	78.225	6.357	84.582	1.168	78.354	1.785	80.139
February	0,5	-1,4	78.264	6.418	84.682	1.169	78.427	1.644	80.071
March	3,0	-1,4	78.432	6.364	84.795	1.171	78.834	2.530	81.365
April	6,5	1,6	80.367	8.583	88.950	1.198	85.268	4.876	90.144
May	11,5	6,2	88.091	12.213	100.304	1.268	103.494	7.712	111.206
June	14,7	8,3	96.961	13.262	110.224	1.325	118.612	9.301	127.912
July	16,8	10,7	106.696	13.300	119.996	1.370	129.020	10.460	139.480
August	16,8	13,0	114.857	12.075	126.931	1.383	128.871	10.461	139.333
September	12,2	8,4	94.823	12.440	107.263	1.289	106.514	9.978	114.509
October	9,7	6,0	87.837	10.939	98.776	1.247	96.214	8.773	102.987
November	4,9	2,2	79.631	8.261	87.892	1.183	81.132	4.094	85.226
December	1,7	-0,5	78.433	6.803	85.236	1.170	78.743	2.132	80.875
<b>Sum</b>	<b>(8,3)</b>	<b>(4,4)</b>	<b>1.062.617</b>	<b>117.014</b>	<b>1.179.631</b>	<b>14.942</b>	<b>1.163.499</b>	<b>69.747</b>	<b>1.233.246</b>

16% diff

5% diff



Årlig El og vandforbrug for 1MW NH<sub>3</sub> anlæg med  
fordampningskondensator vs. luftkølet kondensator. El = 0,8 DKK/kWh





# Konklusion

En fordampningskondensator bruger mindst energi, men meget vand. Ved 15 DKK/m<sup>3</sup> koster den 180.000 DKK mere pr. år end en luftkølet kondensator på et 1 MW anlæg.

Break even vandprisen er 3 DKK/m<sup>3</sup>.

Ikke undersøgt:

- Fyldning
- Levetid
- Pris
- Service



# Konklusion

En fordampningskondensator bruger mindst energi, men er dyrest i årligt el + vand forbrug. Break even vandprisen er 3 DKK/m<sup>3</sup>.

Ved 15 DKK/m<sup>3</sup> koster en fordampningskondensator 180.000 DKK/år mere end en luftkølet kondensator på et 1MW anlæg.

Ikke undersøgt:

- Fyldning
- Pris / levetid / service
- Funktion ved dellast / ventilator kontrol / tryktab i coil



TEKNOLOGISK  
INSTITUT

# TAK FOR OPMÆRKSOMHEDEN

SPØRGSMÅL??