

Opgave #? (køl)

Et ammoniakkeøleanlæg på et slagteri består af en oversvømmet fordampner med naturlig cirkulation, en kompressor med vandkølede cylinderforinger og en vandkølet kondensator samt en reciever.

Kølemiddelmængden til lavtrykssiden styres af en svømmerventil.

Kompressoren har 16 cylindre med en diameter på 100 mm, slaglængden er 100 mm og omdrejningstallet kan varieres trinløst v.h.a. en frekvensomformer. Det forudsættes, at effekten fra kompressorens mekaniske tab overføres til cylinderkølevandet.

Såvel kompressorcyllindere som kondensator køles med ferskvand med tilgangstemperaturen 12 °C. Kølevandet cirkuleres i systemet v.h.a. en pumpe.

Formålet med køleanlægget er at levere kulde i form af en nedkølet glykolopløsning til forskellige frost- og køleområder på virksomheden, men selve køleanlægget en kompakt og velisoleret enhed. Der kan derfor ved beregninger ses bort fra utilsigtede trykfald på kølemiddelsiden og fra utilsigtet varmeveksling med omgivelserne.

Den anvendte glykolopløsning har en massefylde på 1040 gram pr liter i aktuelt temperaturområde og varmfylden er fra leverandøren opgivet til 3,9 kJ pr. (kg · °C).

Under stationær drift er følgende driftsparametre registreret:

- Volumenflow af glykolopløsning: 300 liter pr. minut
- Temperatur i glykolopløsning ved tilgang til fordampner: -9 °C
- Temperatur i glykolopløsning ved afgang fra fordampner: -20 °C
- Kølemiddeltryk i fordampner: 1,4 bar (abs)
- Kølemiddeltryk i kondensator: 10 bar (abs)
- Kølemiddeltemperatur ved af gang fra kompressor: 90 °C
- Kølemiddeltemperatur i reciever: 20 °C
- Kompressorens omdrejningstal: 1150 omdrejninger pr. minut
- Tilført el-effekt til kompressormotor: 85 kW
- Kompressormotorens virkningsgrad: 0,96
- Kompressorens mekaniske virkningsgrad: 0,92
- Kølevandets temperatur efter kompressoren: 22 °C
- Kølevandets temperatur efter kondensatoren: 19 °C
- Tilført el-effekt til kølevandspumpe: 2,5 kW

- 1) Beregn COP-faktoren for køleanlægget.
- 2) Beregn kompressorens volumetriske virkningsgrad.
- 3) Beregn kompressorens indre isentropiske virkningsgrad.
- 4) Beregn totalt masseflow af fersk kølevand angivet i ton pr time.
- 5) Angiv formål med at vandkøle kompressorcyllindrene i ammoniakkeøleanlæg.
- 6) Angiv fordele ved at anvende oversvømmet fordampner generelt, og i ammoniakkeøleanlæg.

Anvendte tilstandspunkter skal markeres tydeligt i det vedlagte h,p-diagram.

Opgave ?

Bilag # ? viser klimaanlægget i en medicinalvirksomhed.

Anlægget kan, uanset udelufttilstand, forsyne de tre sektioner med luft så følgende krav opfyldes:

Sektion	Tilgangstilstand			Afkasttilstand (rumtilstand)	
	Målepunkt	Lufttemperatur	Relativ fugtighed	Målepunkt	Lufttemperatur
Kontorer	5	17 – 19 °C	50 – 70 %	12	21 – 22 °C
Serverrum	6	14 – 18 °C	max. 60 %	11	max. 28 °C
Produktion	9	22 °C	30 %	10	26 °C

Det kan oplyses at såvel serverrum som produktionslokaler er ubemandede under normal drift, og at afkastluften fra produktionslokaler ledes til separat rensning a.h.t. det eksterne miljø.

Den første varmefflade i systemet fungerer som frostsikring, og er kun i drift hvis temperaturen i tilstand 1 (udelufttilstand) bliver koldere end 2 °C.

Specifikationer for køleflader og befugtere fremgår af symbolforklaringen på bilaget.

Der ses i beregninger bort fra entalpistoigninger i blæsere samt fra varmeveksling med omgivelser, og trykket anses overalt til systemet at være 1,013 bar (normalbarometerstanden)

?1 Under stationær drift på en sommerdag er bl.a. følgende data registreret:

- Udeluftens temperatur: 18 °C
- Udeluftens temperatur målt med vådt termometer: 11 °C
- Masseflow af tør luft til kontorer: 4600 kg pr. time
- Effektilførsel til luften i serverrum (x = konstant): 27,5 kW
- Effektilførsel til luften i produktionslokaler: 9 kW
- Lufttilstand efter produktionslok. (temp. / rel. fugtighed): 26 °C / 25 %

?1.1 Bestem relativ- og absolut fugtighed samt entalpi i udeluften.

?1.2 Angiv hvilke luftbehandlingsenheder, der skal være i drift for at tilfredsstillende kravene til tilgangsluft. Svaret skal begrundes.

?2 Det forudsættes efterfølgende, at luften i målepunkterne: 3, 4 og 6 har udelufttilstand.

?2.1 Beregn mindste nødvendige masseflow af befugtningsdamp til luften før tilgang til kontorer.

?2.2 Beregn mindste nødvendige masseflow af luft til serverrum.

?2.3 Beregn reduktionen i luftens absolutte vandindhold før tilgang til produktionslokaler.

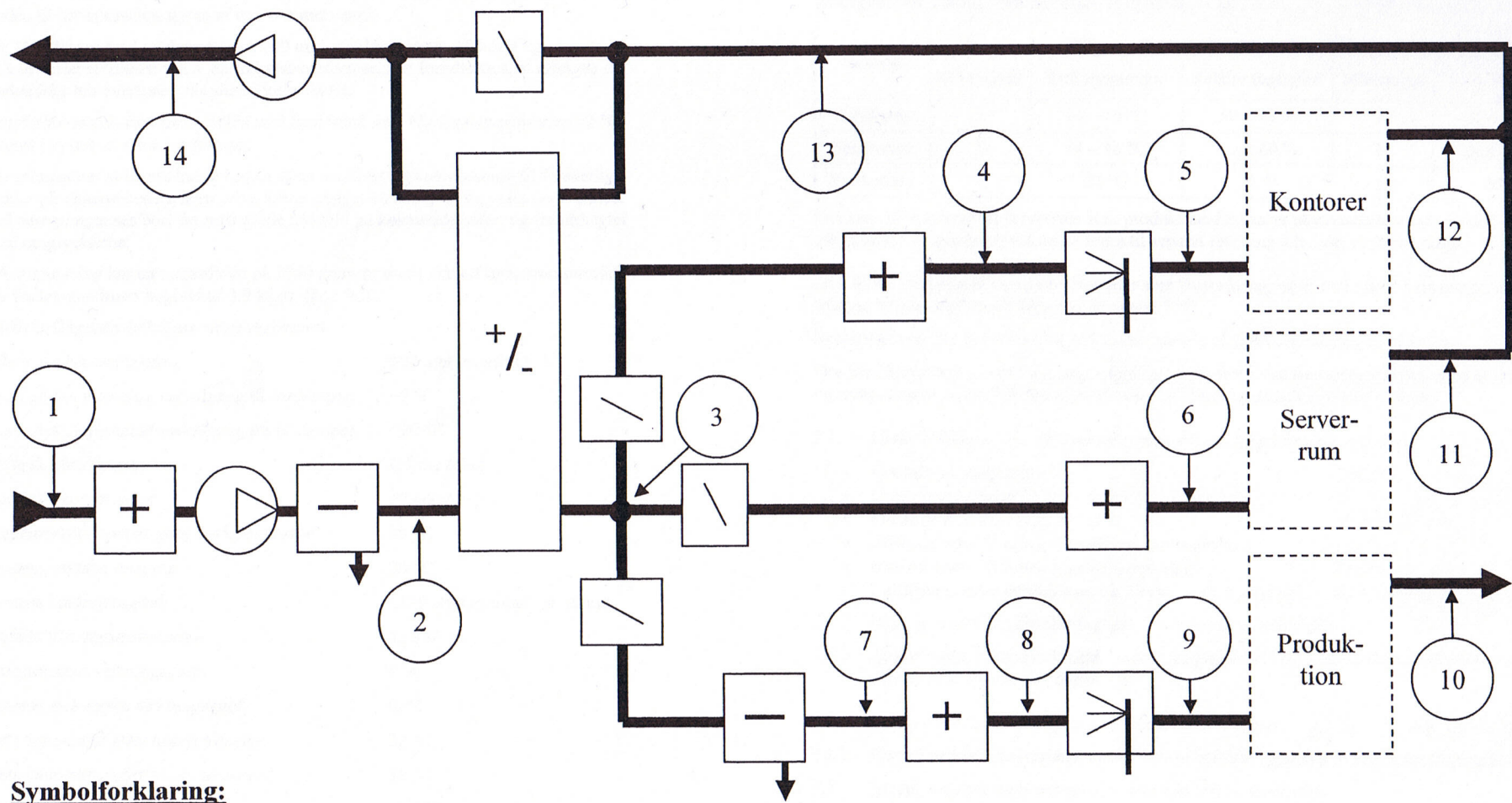
?2.4 Beregn nødvendig entalpitilvækst i luften i varmeffladen før tilgang til produktionslokaler.

?2.5 Beregn nødvendigt masseflow af luft til produktionslokaler.

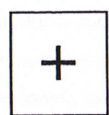
?3 Kontorerne er af mennesker og maskiner belastet med 74,5 olf, og denne belastning forudsættes jævnt fordelt.

?3.1 Beregn den opfattede forurening i kontorerne angivet i dpol.

Anvendte tilstandspunkter skal markeres tydeligt i det vedlagte diagram for fugtig luft.



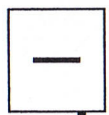
Symbolforklaring:



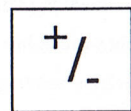
Varmeflade



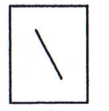
Blæser



Køleflade / affugter
(køleflade i drift => $t_k = 2\text{ }^\circ\text{C}$)



Genvindingsflade (rekuperativ)

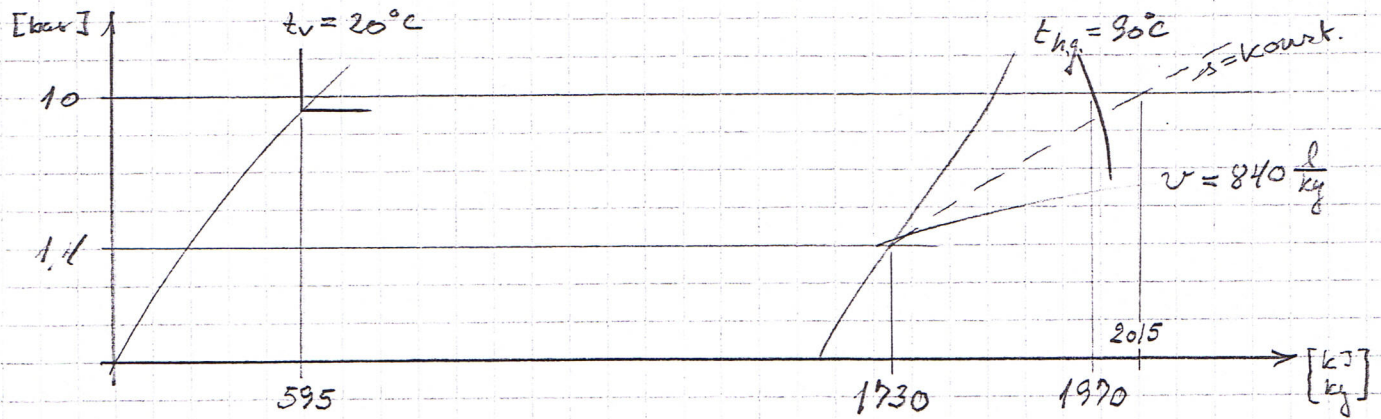
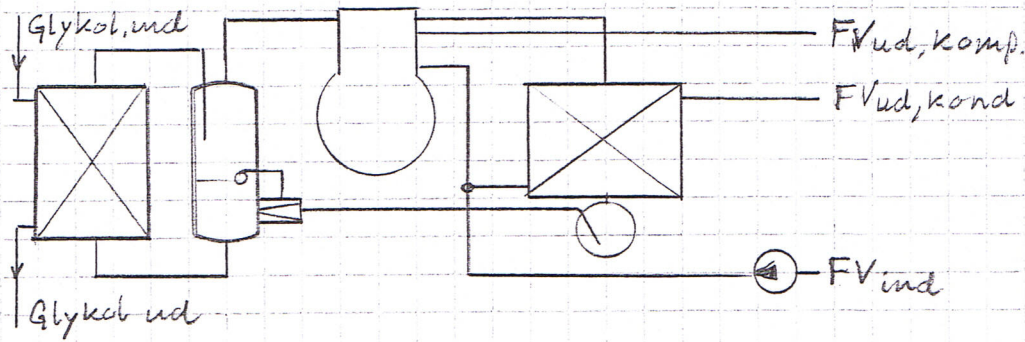


Spjæld



Dampbefugter
($h_d = 2600 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$)

M6, juni 05, KPL



$$\dot{Q}_f = \dot{V}_{GL} \cdot \rho_{GL} \cdot c_{GL} \cdot \Delta t_{GL} = \frac{300}{60} \cdot 1,04 \cdot 3,9 \cdot (-9 - (-20)) = 223 \text{ kW}$$

$$.1) \text{ COP} = \frac{\dot{Q}_f}{\sum P_{\text{tillf}}} = \frac{223}{85 + 2,5} = \underline{\underline{2,55}}$$

$$\dot{V}_R = \frac{\dot{Q}_f}{\Delta h_f} \cdot v_s = \frac{223}{1730 - 595} \cdot 840 = 0,1965 \cdot 840 = 165 \frac{\text{l}}{\text{s}}$$

$$\dot{V}_{\text{teo}} = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \cdot s \cdot z \cdot n = \frac{\pi}{4} \cdot 0,1^2 \cdot 0,1 \cdot 16 \cdot \frac{1150}{60} \cdot 10^3 = 241 \frac{\text{l}}{\text{s}}$$

$$.2) \eta_v = \frac{\dot{V}_R}{\dot{V}_{\text{teo}}} = \frac{165}{241} = \underline{\underline{0,685}}$$

$$P_i = P_{\text{tillf}} \cdot \eta_{\text{mekt}} \cdot \eta_{\text{m, komp.}} = 85 \cdot 0,96 \cdot 0,92 = 75,1 \text{ kW}$$

$$P_{is} = \dot{m}_R \cdot \Delta h_{is} = 0,1965 \cdot (2015 - 1730) = 56 \text{ kW}$$

$$.3) \eta_{i, is} = \frac{P_{is}}{P_i} = \frac{56}{75,1} = \underline{\underline{0,746}}$$

$$\begin{aligned} \dot{Q}_{FV, \text{ komp.}} &= P_{\text{tillf}} \cdot \eta_{\text{mekt}} - \dot{m}_R \cdot \Delta h_{R, \text{ komp.}} \\ &= 85 \cdot 0,96 - 0,1965 \cdot (1970 - 1730) = 34,4 \text{ kW} \end{aligned}$$

$$\dot{Q}_{FV, \text{ kond.}} = \dot{m}_R \cdot \Delta h_k = 0,1965 \cdot (1970 - 595) = 270 \text{ kW}$$

$$\dot{m}_{FV, \text{ kond.}} = \frac{\dot{Q}_{FV}}{c_v \cdot \Delta t_{FV}} = \frac{34,4}{4,19 \cdot (22 - 12)} \cdot 3,6 = 2,96 \frac{\text{t}}{\text{h}}$$

$$\dot{m}_{FV, \text{ kond.}} = \frac{\dot{Q}_{FV}}{c_v \cdot \Delta t_{FV}} = \frac{270}{4,19 \cdot (19 - 12)} \cdot 3,6 = 33,14 \frac{\text{t}}{\text{h}}$$

4) $\Sigma \dot{m}_{FV} = 2,96 + 33,14 = \underline{\underline{36,1 \frac{t}{h}}}$

5) Formålet er at sænke hotgastemperaturen og dermed reducere risikoen for koksdannelse i trykventilerne.

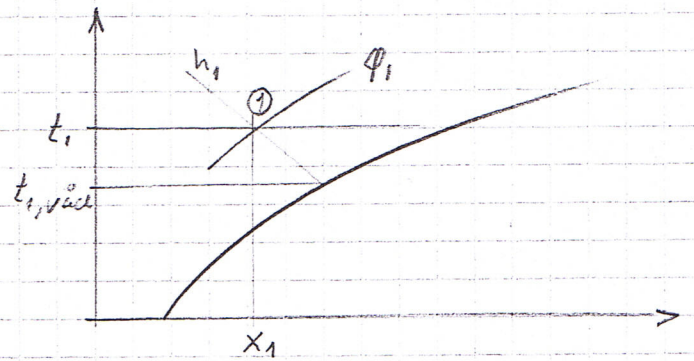
6) Generelt udnyttes fladen bedre ved overr. fordampere (god varmetransmission "hele vejen" og den lave temp. hele vejen igennem)
Speciel fordel for NH_3 : lavere sugegastemp. giver lavere trykgas- (hotgas) temp.!

1 $t_1 = 18^\circ\text{C}$, $t_{1,\text{våd}} = 11^\circ\text{C} \Rightarrow$

1.1 • $\phi_1 = \underline{0,43} = \underline{43\%}$

• $X_1 = \underline{5,5 \frac{\text{g}}{\text{kg}}}$

• $h_1 = \underline{32 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}}$

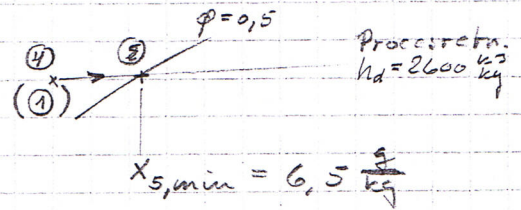


diagramaflesninger!

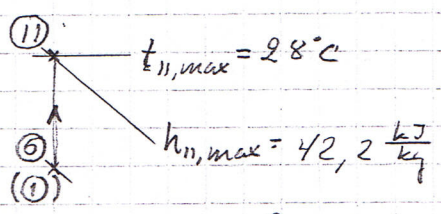
1.2 Enheder der skal køre for at opfylde kravene =

- Befugter foran kontorer for at øge ϕ til 50%.
- Køleflade foran produktion for at affugle til $X = 4,9 \frac{\text{g}}{\text{kg}}$
- Varmeblade foran produktion for at opvarme til 22°C

2.1 $\dot{m}_{d,\text{min},4-5} = \dot{m}_l \cdot \Delta X_{\text{min}}$
 $= 4600 \cdot (6,5 - 5,5) \cdot 10^{-3}$
 $= 4,6 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$



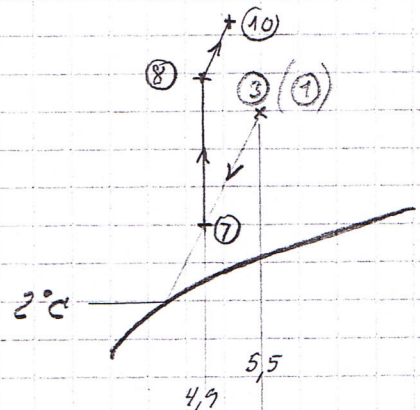
2.2 $\dot{m}_{l,\text{min},\text{strøer}} = \frac{\dot{Q}_{\text{server}}}{\Delta h_{\text{max}}}$
 $= \frac{27,5 \cdot 3600}{42,2 - 32} = \underline{9710 \frac{\text{kg}}{\text{h}}}$



2.3 $\Delta X_{3-7} = X_3 - X_7 = 5,5 - 4,9 = \underline{0,6 \frac{\text{g}}{\text{kg}}}$

2.4 $\Delta h_{7-8} = h_8 - h_7 = 34,5 - 22,5 = \underline{12 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}}$

2.5 $\dot{m}_{l,\text{prod}} = \frac{\dot{Q}_{\text{prod}}}{h_{10} - h_8} = \frac{9 \cdot 3600}{39,5 - 34,5} = \underline{6480 \frac{\text{kg}}{\text{h}}}$



$\frac{pV}{T} = \frac{m}{M} R \Rightarrow \dot{V} = \frac{\dot{m} \cdot R \cdot T}{M \cdot p} = \frac{4600 \cdot 8314 \cdot (273 + 18)}{29 \cdot 1,013 \cdot 10^5} \Rightarrow$

$\dot{V}_e = 3790 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} = 1052 \frac{\text{h}}{\text{s}}$ (tilgang til kontorer)

3.1 $C = \frac{G}{\dot{V}} = \frac{74,5}{1052} \cdot 10 = \underline{0,71 \text{ dpol}}$