

Ventilationsopgaver



1.
 - a) Hvorledes defineres atmosfærisk lufts *absolutte fugtighed* "x"?
 - b) Skriv formelen for entalpien af fugtig luft. Forklar indholdet i formelen.
 - c) Hvad forstås ved luftens *relative fugtighed*?
 - d) Bestem ved hjælp af hx-diagrammet vanddamps mætningstryk [mbar] ved 20°C.
 - e) Bestem den samlede entalpi pr. kg. tør luft ved $t_1 = 20^\circ\text{C}$ og $\phi = 0,8$.
 - f) Bestem endvidere luftens absolutte fugtighedsindhold, og vanddampens partialtryk ved den angivne tilstand.
 - g) Hvad forstås ved luftens *dugpunkt*?
 - h) Hvad forstås ved luftens *kølegrænse*?
 - i) Bestem dugpunkt og kølegrænse for luft af tilstanden $t_1 = 20^\circ\text{C}$ og $\phi = 0,6$

2. Atmosfærisk luft ved tilstanden $t = 28^\circ\text{C}$; $\phi = 0,6$ passerer en tør luftkøler. Efter luftkøleren er den relative luftfugtighed steget til 0,8 og lufttemperaturen er faldet. Bestem lufttemperaturen efter afkølingen, når der ikke udskilles vand ved passage af køleren.

3. 1500 kg/h atmosfærisk luft ved $t = 20^\circ\text{C}$ og $\phi = 0,8$ passerer en tør luftkøler med en middelloverfladetemperatur på 10°C . Luftens temperatur efter køleren er 14°C .
 - a) Skitsér og forklar tilstandsforandringen i et hx-diagram.
 - b) Bestem luftens relative fugtighed efter køleren
 - c) Beregn den udskilte vandmængde i kg/h.
 - d) Beregn luftkølerens virkningsgrad.

4. I en restaurant serveres øl, hvis temperatur er 12°C . Ved denne temperatur dannes der netop dug på ølglasset. Luftens temperatur i lokalet er 20°C . Hvad er luftens relative fugtighed?

5. En øl omvikles med et gennemvådt klæde og placeres en varm, tør og blæsende sommerdag i skyggen. Luftens tilstand er $t = 30^\circ\text{C}$; $\phi = 0,3$. Hvad er den laveste temperatur øllet kan afkøles til ved hjælp af denne metode?
 Hvorledes vil det gå med øltemperaturen, hvis øllet ikke bliver drukket og det trækker op til torden, hvorved luftens relative fugtighed bliver 0,9 ved samme temperatur som før?

6. Lufttilstanden skal bestemmes ved hjælp af måling med tørt og vådt termometer. Ved en måling aflæses følgende: $t_t = 15,5^\circ\text{C}$ og $t_v = 10^\circ\text{C}$. Bestem luftens relative fugtighed.

7. Frisk luft ved temperaturen 0°C og relativ fugtighed = 90% opvarmes i en kalorifere til 18°C .
Bestem den relative fugtighed efter kaloriferen samt det specifikke varmeforbrug i denne.
Skitsér og forklar endvidere tilstandsforandringen med markering af de angivne punkter.
Bestem kaloriferens effektforbrug [kW], når det oplyses, at luften - der vægt mæssigt betragtes som tør luft - leveres til et rum med dimensionerne $4 \times 8 \times 3 \text{ m}$ og at luftskiftet i rummet andrager 4 gange i timen. ($\rho_{\text{luft}} = 1,293 \text{ kg/m}^3$)
8. Bestem temperatur, relativ fugtighed og entalpi efter blanding af 2 luftmasser, hvorom det oplyses.
Luftmasse I: 1400 kg/h ; $t = 10^{\circ}\text{C}$; $\phi = 0,5$
Luftmasse II: 600 kg/h ; $t = 20^{\circ}\text{C}$; $\phi = 0,8$
Skitsér endvidere processen i et hx-diagram.
9. Bestem temperatur, relativ fugtighed, entalpi samt evt. udskilt vandmængde efter blanding af 2 luftmasser, hvorom det oplyses:
Luftmasse I: 500 kg/h ; $t = -10^{\circ}\text{C}$; $\phi = 0,8$
Luftmasse II: 300 kg/h ; $t = 20^{\circ}\text{C}$; $\phi = 0,7$
Skitsér endvidere processen i et hx-diagram.
10. 2000 kg/h luft af tilstanden $t = 26^{\circ}\text{C}$; $\phi = 0,4$ passerer en luftvasker, hvor vandet recirkuleres uden til- eller bortførelse af varme. For at holde vandstanden konstant i vandbeholderen, må der pr. time spædes med $5,2 \text{ liter}$ vand.
Skitsér processen i hx-diagram.
Bestem luftens tilstand efter luftvaskeren samt luftvaskerens befugtningegrad.
11. En luftvasker for recirkulering af afkølet vand passerer af en luftmængde på 3000 kg/h . Luftens tilstand før luftvaskeren er $t_1 = 20^{\circ}\text{C}$; $\phi_1 = 0,8$. Lufttilstanden efter befugteren er $t_2 = 17,5^{\circ}\text{C}$; $\phi_2 = 0,9$.
Bestem den temperatur, det afkølede vand må holdes på, for at opnå denne tilstand.
Bestem den udskilte vandmængde [kg/h]
12. En luftvasker der recirkulerer opvarmet vand passerer af en luftmængde på 2500 kg/h . Lufttilstanden før luftvaskeren er $t_1 = 20^{\circ}\text{C}$; $\phi_1 = 0,6$. Luftens relative fugtighed efter luftvaskeren ønskes forøget til $\phi = 0,8$ ved uændret temperatur.
Forklar hvorledes dette kan opnås i det beskrevne aggregat samt indtegn processen i hx-diagram.
Bestem det recirkulerede vands temperatur samt den tilførte effekt [kW] til det varmelegeme, der opvarmer det recirkulerede vand (der regnes ikke med varmeudveksling til omgivelserne).
13. I et luftbehandlingsaggregat hvor der pr. time behandles 4000 kg atmosfærisk luft med en indgangstilstand på $t_1 = 20^{\circ}\text{C}$; $\phi_1 = 0,6$ indsprøjtes damp med entalpien 3000 kJ/kg . Den indsprøjtede dampmængde udgør 15 kg/h .
Bestem lufttilstanden efter dampindsprøjtningen og indtegn processen i hx-diagram.

14. I et ventilationsanlæg udnyttes en del af afkastningsluftens entalpi i en rekuperativ varmeveksler (krydsstrømsvarmeveksler) til opvarmning af den tilførte friskluft. Efter varmeveksleren passerer friskluften først en befugter, dernæst en eftervarmevlade og en ventilator – for til slut at blive blæst ind i et rum. Fra rummet føres returluften til den før omtalte varmeveksler, hvorfra den afkastes til atmosfæren.

Befugtningen sker ved indblæsning af vanddamp med entalpien 2650 kJ/kg.

Strømmen af tør luft gennem anlægget er 5000 kg/h.

Der regnes ikke med entalpestigning ved luftens passage af ventilatoren.

For friskluften gælder i øvrigt:

- Temperatur før varmeveksler: 0°C
- Relativ fugtighed før varmeveksler: 90%

For afkastningsluften gælder:

- Temperatur efter varmeveksler: 14,5°C
- Relativ fugtighed efter varmeveksler: 75%
- Der ses bort fra entalpien af det vand, der udskilles i varmeveksleren ved returluftens afkøling.

For rummet gælder:

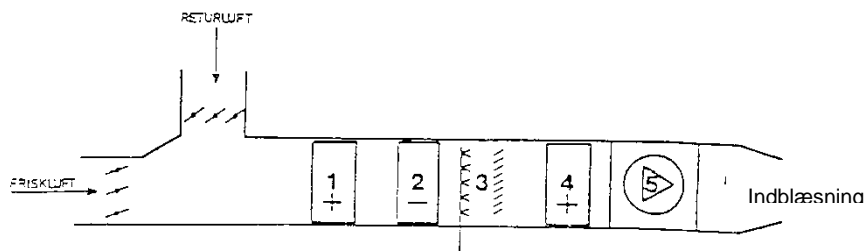
- Lufttemperatur ved indblæsning: 20°C
- Relativ fugtighed ved indblæsning: 70%
- Effektilførsel fra belysning, kontormaskiner m.m.: 12,5 kW
- Effekttab ved varmetransmission gennem vægge, loft og vinduer: 4,5 kW
- Det antages, at der ikke tilføres eller afgives fugtighed i rummet.

Bestem:

- a) Dampstrømmen til befugteren [kg/h]
- b) Den tilførte effekt i eftervarmevladen [kW]

Lav en skitse af hx-diagrammet for anlægget, indtegn tilstandsforandringerne og anfør de benyttede værdier .

15. På figuren er skematisk vist et klimaanlæg med forvarmeblade (1), køleblade (2), befugter (3) (vand ved 0°C), eftervarmeblade (4) og ventilator (5).



For anlægget foreligger følgende ved vinterdrift:

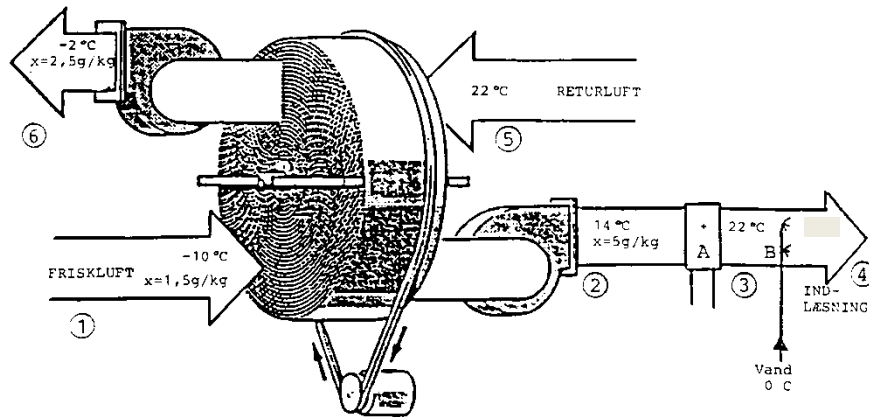
- | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| - Indblæst luftmængde (vægt af tør luft): | 12000 kg/h |
| - Lufttemperatur ved indblæsning: | 19° C |
| - luftens relative fugtighed ved indblæsning: | 0,7 |
| - Returluftmængde i procent af indblæst luftmængde: | 60% |
| - Yderluftens temperatur: | -2° C |
| - Yderluftens relative fugtighed: | 0,8 |
| - Den tilførte varme fra belysning, kontormaskiner m.m.: | 30 kW. |
| - Effekttab ved varmetransmission gennem vægge, loft og vinduer: | 5 kW |
| - I dyserne pkt. 3 indsprøjtes vand af | 0 ° C |
| - Det antages, at der ikke tilføres eller afgives fugtighed i rummene, der er tilsluttet anlægget. | |

- Redegør for hvilke af de på figuren angivne komponenter, der under disse driftsforhold skal være i drift for at opnå en hensigtsmæssig driftsform
- Beregn den nødvendige kapacitet af varme- og/eller køleblade og evt. befugter ved den aktuelle driftsform.
- Lav en skitse af hx-diagrammet for anlægget, indtegn tilstandsforandringerne og anfør de benyttede værdier .

16.

(april 1991).

På tegningen er skematisk vist en del af et klimaanlæg til et produktionslokale. Foruden de på tegningen anførte data for luftens tilstand i anlægget kan oplyses, at luften ikke recirkuleres i anlægget samt at luften ved passage af lokalet ikke tilføres fugtighed, men tilføres en varmeeffekt svarende til 20 kW. Det antages, at der ikke forekommer entalpistigning ved luftens passage af ventilatorer, og at luftens tryk overalt i anlægget svarer til det tryk, som Mollieres diagram for fugtig luft er tegnet for.



Beregn:

- Den varmeeffekt [kW] friskluften modtager ved passage gennem den regenerative varmeveksler.
- Den vandmængde [kg/h], som friskluften modtager ved passage gennem den regenerative varmeveksler.
- Den vandmængde [kg/h], der yderligere skal tilføres indblæsningsluften i vandbefugteren B.
- Den varmeeffekt [kW], der skal tilføres indblæsningsluften i varmeveksleren A.

Lav en skitse af Mollieres diagram for fugtig luft for anlægget, indtegn tilstandsforandringerne og anfør de benyttede værdier.

17. (Juni 1991)

I et luftkonditioneringsanlæg blandes der pr. time 2200 kg. recirkuleret luft med 1050 kg. friskluft (masse af tør luft). Blandingen passerer en forvarmevlade, en befugter og en eftervarmevlade i den nævnte rækkefølge. Befugtningen foregår ved indsprøjtning af damp, hvis entalpi er 2600 kJ/kg.

For den recirkulerede luft gælder:

- Temperatur: 19⁰C
- Relativ fugtighed: 0,4

For friskluften gælder:

- Temperatur: 2⁰C
- Relativ fugtighed: 0,7

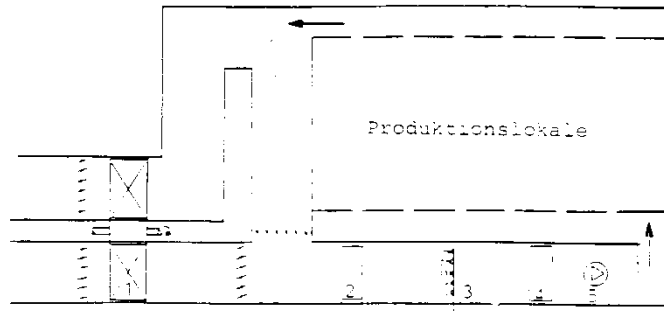
Endvidere foreligger følgende:

- Luftens temperatur efter passage gennem forvarmevlade: 17,5⁰C
- Tilført effekt til eftervarmevlade: 2,7 kW
- Dampmængde tilsat i befugteren: 9,6 kg/h

- a) Tegn en principskitse af anlægget og påfør de opgivne og beregnede værdier for luftens tilstand m.v.
- b) Bestem effektforbruget i forvarmevladen [kW]
- c) Bestem luftens temperatur og relative fugtighed efter eftervarmevladen.
- d) Lav en skitse af hx-diagrammet for anlægget, indtegn tilstandsforandringerne og anfør de benyttede værdier.

18. (revideret 4.sept.07/LT)

På tegningen er skematisk vist et klimaanlæg til et produktionslokale. Af den gennem lokalet passerende luftmassestrøm ledes 40% tilbage til anlægget som returluft, og 60% ledes gennem en regenerativ varmeveksler af entalpitypen til atmosfæren. Før indblæsning i rummet passerer den nu blandede luft de på figuren angivne luftbehandlingskomponenter.



På figuren angiver:

1. regenerativ varmeveksler (entalpiveksler).
2. forvarmevlade.
3. dampbefugter.
4. Eftervarmevlade (ikke i drift).
5. ventilator.

For friskluften gælder:

- Temperatur før entalpiveksler: -10°C
- Relativ fugtighed før varmeveksler: 0,5

For afkastningsluften:

- Temperatur efter entalpiveksler: 8°C
- Relativ fugtighed efter varmeveksler: 0,6

For produktionslokalet:

- Massestrøm af tør luft gennem lokalet: 5000 kg/h
- Lufttemperatur ved indblæsning: 28°C
- Relativ fugtighed ved indblæsning: 0,5
- Effektilførsel til luften fra maskiner m.v.: 12,5 kW
- Effekttab gennem vægge, loft og vinduer: 4,5 kW

Luften befugtes med damp med entalpien 2600 kJ/kg. Det antages, at der til luften i lokalet ikke afgives eller tilføres fugtighed. Endvidere antages det, at lufttrykket overalt har en størrelse svarende til det tryk, som Hx-diagrammet er tegnet for.

- a) Beregn dampforbruget i befugteren [kg/h]
- b) Beregn effektilførslen til forvarmevladen [kW], når det antages, at det kun er denne varmevlade, der er i drift.
- c) Lav en skitse af hx-diagrammet for anlægget, indtegn tilstandsforandringerne og anfør de benyttede værdier.

19. (Maj 1998)

På bilag 1 fig. 1 er der skematisk vist et ventilationsanlæg med to ventilatorer og to spjæld til indstilling af luftmassestrømmene til to sektioner i en bygning. I anlægget er der til varmegenvinding anvendt en temperaturvarmeveksler. Til yderligere opvarmning og befugtning af den luft, der tilføres sektion 1, er der anbragt en varmeplade og en dampbefugter, medens den luft, der tilføres sektion 2, alene passerer en varmeplade.

For anlæggets aktuelle driftstilstand foreligger der følgende oplysninger:

- luftens tilstand ved pos. 1 er bestemt ved anvendelse af et ”tørt” termometer, hvor temperaturen er aflæst til 8 °C, og et ”vådt” termometer, hvor temperaturen er aflæst til 4 °C,
- massestrømmen gennem sektion 1 er 1200 kg tør luft pr. time, og massestrømmen gennem sektion 2 er 800 kg tør luft pr. time,
- luftens temperatur ved pos. 2 er 14 °C,
- luftens temperatur ved pos. 3 er 22 °C, og i den efterfølgende dampbefugter benyttes der 6 kg damp pr. time med entalpien 2700 kJ/kg,
- luftens temperatur ved pos. 5 er 18 °C,
- i sektion 1 tilføres luften ved en varmeeffekt på 2 kW, og i sektion 2 tilføres luften isotermt 2,5 g vand pr. kg tør luft.

Det antages,

- at der til ventilationsluften i sektion 1 kun tilføres den ovenfor nævnte varmeeffekt,
- at der til ventilationsluften i sektion 2 kun tilføres den ovenfor nævnte vandmængde,
- at der ikke forekommer entalpiændringer ved luftens passage af ventilatorer,
- at lufttrykket overalt har en størrelse svarende til det tryk, som diagrammet for fugtig luft er tegnet for.

Bestem for ventilationsanlægget:

- luftens temperatur ved afgang fra sektion 1 pos. 6,
- luftens relative fugtighed ved afgang fra sektion 2 pos. 7,
- luftens temperatur og vandampenes partialtryk ved pos. 8,
- luftens entalpi ved afgang pos. 9,
- varmevekslerens temperaturvirkningsgrad, dvs. forholdet mellem den opnåede temperaturændring og den maksimalt opnåelige temperaturændring.

De til besvarelsen anvendte tilstandspunkter fra pos. 1 til pos. 9 vises tydeligt i en skitse af hx-diagrammet i afleveringen.

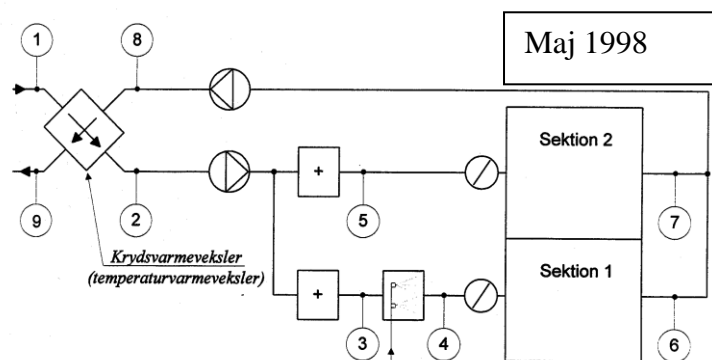


Fig. 1

20. (November 1998)

På bilag 1 fig. 1 er der skematisk vist et ventilationsanlæg med to ventilatorer og to spjæld til indstilling af luftmassestrømmene til to sektioner i en bygning. I anlægget er der til varmegenvinding anvendt en roterende regenerativ varmeveksler af entalpi typen. Til yderligere opvarmning og befugtning af den luft, der tilføres sektion 1, er der anbragt en varmeplade A og en dampbefugter, medens den luft, der tilføres sektion 2, alene passerer en varmeplade B.

For anlæggets aktuelle driftstilstand foreligger der følgende oplysninger:

- luftens tilstand ved pos. 1 er bestemt ved anvendelse af et "tørt" termometer, hvor temperaturen er aflæst til 8 °C, og et "vådt" termometer, hvor temperaturen er aflæst til 2 °C,
- massestrømmen gennem sektion 1 er 1000 kg tør luft pr. time, og massestrømmen gennem sektion 2 er 1500 kg tør luft pr. time,
- luftens temperatur ved pos. 5 er 24 °C, og dens absolutte fugtighed er 5,0 g vand pr. kg tør luft,
- luftens temperatur ved pos. 3 er 20 °C, og i den efterfølgende dampbefugter benyttes der 3,5 kg damp pr. time med entalpien 2800 kJ/kg,
- luftens temperatur ved pos. 9 er 14 °C,
- i sektion 1 tilføres luften en varmeeffekt på 2,5 kW, og i sektion 2 tilføres luften isentalpisk 3,0 g vand pr. kg tør luft.

Det antages,

- at der til ventilationsluften i sektion 1 kun tilføres den ovenfor nævnte varmeeffekt,
- at der til ventilationsluften i sektion 2 kun tilføres den ovenfor nævnte vandmængde,
- at der ikke forekommer entalpiændringer ved luftens passage af ventilatorer,
- at luftrykket overalt har en størrelse svarende til det tryk, som diagrammet for fugtig luft er tegnet for.

Bestem for ventilationsanlægget:

- luftens relative fugtighed ved afgang fra sektion 1 pos. 6,
- luftens temperatur ved afgang fra sektion 2 pos. 7,
- luftens temperatur og vanddampens partialtryk ved pos. 8,
- den varmeeffekt der overføres til luften i anlæggets varmeplade B,
- varmevekslerens entalpi virkningsgrad, dvs. forholdet mellem den opnåede entalpiændring og den maksimalt opnåelige entalpiændring.

De til besvarelsen anvendte tilstandspunkter fra pos. 1 til pos. 9 vises tydeligt i en skitse af hx-diagrammet i afleveringen.

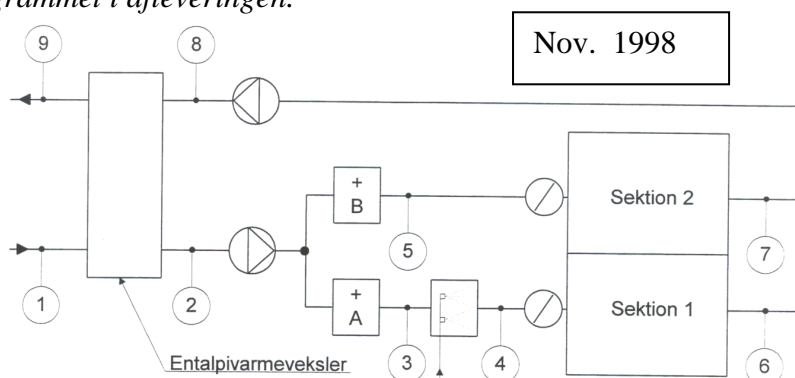


Fig. 1

21. (Maj 1999)

På bilag 1 fig. 1 er der skematisk vist et rum og tilhørende ventilationsanlæg med to ventilatorer, en varmeplade, en dampbefugter og tre spjæld.

I anlægget benyttes de tre spjæld til indstilling af den recirkulerede luftmassestrøm.

Den i rummet indblæste luftmassestrøm opvarmes i varmepladen og befugtes i den efterfølgende dampbefugter.

For anlæggets aktuelle driftstilstand foreligger der følgende oplysninger:

- luftens tilstand ved pos. 1 er bestemt ved anvendelse af et "tørt" termometer, hvor temperaturen er aflæst til 12 °C, og et "vådt" termometer, hvor temperaturen er aflæst til 6 °C,
- massestrømmen gennem rummet er 1600 kg tør luft pr. time,
- lugtens temperatur ved pos. 4 er 20 °C, og dens absolutte fugtighed er 7,0 g vand pr. kg tør luft,
- i dampbefugteren benyttes der damp med entalpien 2700 kJ/kg,
- ventilationsluften får ved passage af rummet tilført en resulterende varmeeffekt på 3,6 kW samt en fugtighed på 1,0 g vand pr. kg tør luft, der tilføres luften isentalpisk,
- massestrømmen af recirkuleret rumluft er stillet til 40 % af den i rummet indblæste luftmassestrøm.

Det antages,

- at der ikke forekommer entalpiændringer ved luftens passage af ventilatorer,
- at lufttrykket overalt har en størrelse, der svarer til det tryk, som diagrammet for fugtig luft er tegnet for.

Bestem for ventilationsanlægget:

- luftens entalpi og relative fugtighed ved afgang fra rummet pos. 5,
- luftens temperatur og vandampenes partialtryk ved pos. 2,
- den varmeeffekt der overføres til luften i anlæggets varmeplade.
- Beregn den massestrøm af recirkuleret rumluft, som lige netop bevirker, at der ikke er behov for at benytte varmepladen til opvarmning af luften fra pos. 2 til pos. 3, idet luftens tilstand i pos. 4 holdes uændret ved reduktion af den tilførte dampmassestrøm til befugteren.

De til besvarelsen anvendte tilstandspunkter fra pos. 1 til pos. 9 vises tydeligt i en skitse af hx-diagrammet i afleveringen.

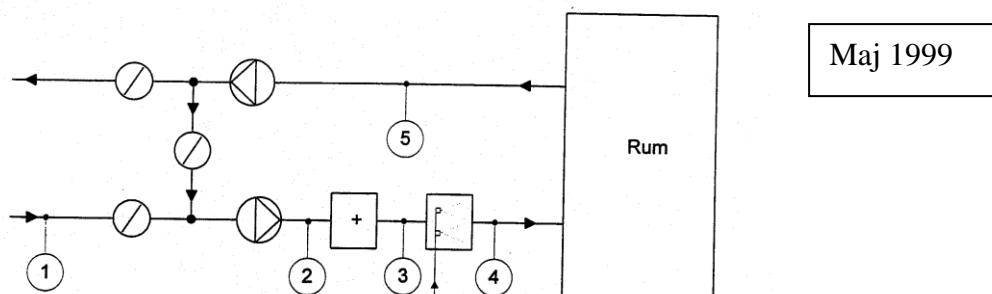


Fig. 1

22. (November 1999)

På nedenstående tegning er skematisk vist et rum med tilhørende ventilationsanlæg, der omfatter to ventilatorer, en varmeblæse, en regenerativ varmeveksler af entalpi typen og en luftvasker til befugtning af ventilationsluften.

For anlæggets aktuelle driftstilstand foreligger der følgende oplysninger:

- Massestrømmen gennem rummet er 1600 kg tør luft pr. time,
- Luftens tilstand ved pos. 1 er bestemt ved anvendelse af et "tørt" termometer, hvor temperaturen er aflæst til 14 °C, og et "våd" termometer, hvor temperaturen er aflæst til 8 °C,
- Luftens temperatur ved pos. 6 er 24 °C, og dens absolutte fugtighed er 7,0 g vand pr. kg tør luft,
- Vandets middeltemperatur for luftvaskerens til- og afgang, $(\text{tilgang} + \text{afgang}) \cdot \frac{1}{2}$, er 16 °C,
- Ventilationsluften får ved passage af rummet tilført en resulterende varmeeffekt på 3 kW uden ændring af luftens absolutte fugtighedsindhold,
- Ved pos. 4 er luftens temperatur 20 °C, og den relative fugtighed er 0,7.

Det antages,

- At der ikke forekommer entalpiændringer ved luftens passage af ventilatorer,
- At luftrykket overalt har en størrelse svarende til det tryk, som diagrammet for fugtig luft er tegnet for.

Bestem for ventilationsanlægget:

- Luftens temperatur og vanddampenes partialtryk ved pos. 2,
- Varmevekslerens entalpi virkningsgrad, dvs. forholdet mellem den opnåede entalpiændring og den maksimalt opnåelige entalpiændring.

Vis ved indtegnning i hx-diagrammet, luftens tilstandsændringer mellem pos. 2 og pos. 4.

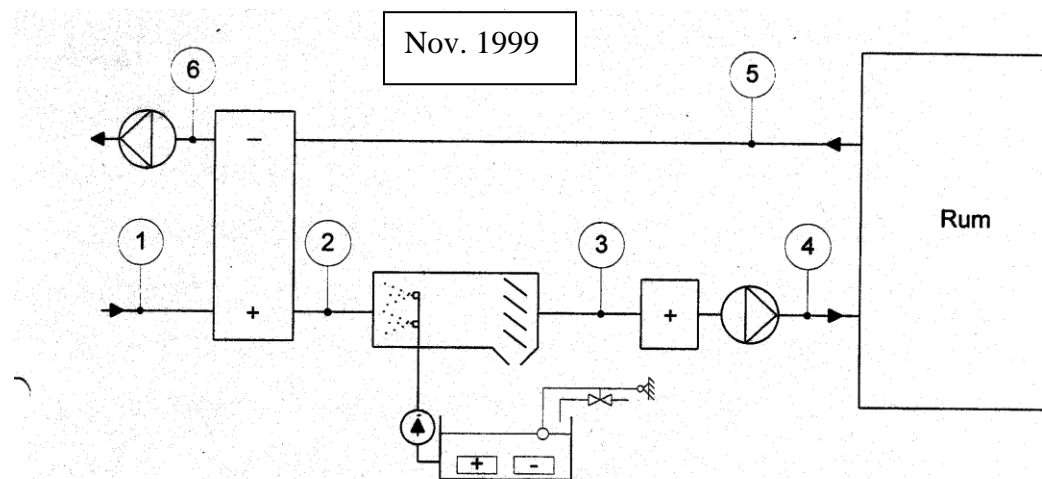


Fig. 1

23. (Maj 2000)

På bilag 1 fig. 1 er der skematisk vist to rum og tilhørende ventilationsanlæg med tre ventilatorer, en varmeplade, en dampbefugter, fem spjæld og en krydsvarmeveksler. I anlægget benyttes de fem spjæld til indstilling af den recirkulerede luftmassestrøm og de til rum 1 og 2 indblæste luftmassestrømme.

Ventilationsluften fra rum 1 føres via en temperaturvarmeveksler til det fri.

Den i rum 2 indblæste luftmassestrøm opvarmes i varmepladen og befugtes i den efterfølgende dampbefugter.

For anlæggets aktuelle driftstilstand foreligger der følgende oplysninger:

- Massestrømmen gennem rum 1 er 600 kg tør luft pr. time, og massestrømmen gennem rum 2 er 1500 kg tør luft pr. time,
- luftens temperatur ved pos. 1 er 6 °C,
- luftens tilstand ved pos. 2 er 8 °C, og dens relative fugtighed er 0,3,
- luftens temperatur ved pos. 3 er 18 °C,
- luftens temperatur ved pos. 5 er 22 °C, og dens absolutte fugtighed er 9,5 g vand pr. kg tør luft,
- i dampbefugteren benyttes der damp med entalpien 2800 kJ/kg,
- ventilationsluften afgiver ved passage af rum 1 en varmeeffekt på 0,5 kW uden ændring af luftens absolutte fugtighed,
- ventilationsluften får ved passage af rum 2 tilført en varmeeffekt på 2,0 kW uden ændring af luftens absolutte fugtighed.

Det antages,

- at der ikke forekommer entalpiændringer ved luftens passage af ventilatorer,
- At luftrykket overalt har en størrelse svarende til det tryk, som diagrammet for fugtig luft er tegnet for.

Bestem for ventilationsanlægget:

- Massestrømmen af recirkuleret luft fra rum 2,
- Luftens temperatur og vanddampens partialtryk ved pos. 8,
- Den varmeeffekt der overføres til luften i anlæggets varmeplade mellem pos. 3 og 4.

De til besvarelsen anvendte tilstandspunkter fra pos. 1 til pos. 8 vises tydeligt i en skitse af hx-diagrammet i afleveringen.

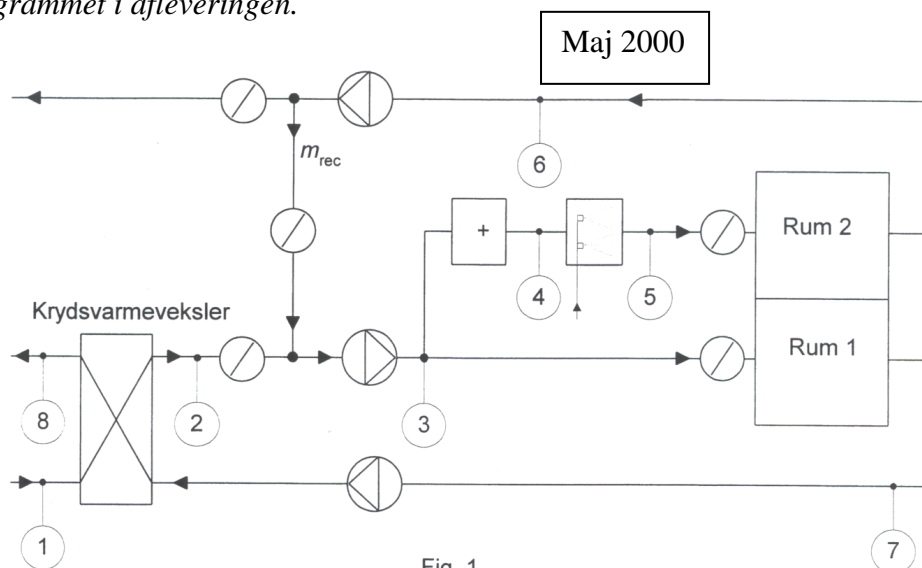


Fig. 1

24. (eksamen december 2003)

På tegningen nedenunder er der skematisk vist et rum med tilhørende ventilationsanlæg, der omfatter to ventilatorer, en varmeplade, en regenerativ varmeveksler af entalpi typen og en luftvasker til befugtning af ventilationsluften.

For anlæggets aktuelle driftstilstand foreligger der følgende oplysninger:

- Massestrømmen gennem rummet er 3000 kg tør luft pr. time,
- Luftens tilstand ved pos. 1 er bestemt ved anvendelse af et "tørt" termometer, hvor temperaturen er aflæst til 4 °C, og et "vådt" termometer, hvor temperaturen er aflæst til 0 °C,
- Luftens temperatur ved pos. 6 er 18 °C, og dens absolutte fugtighed er 6,5 g vand pr. kg tør luft,
- Vandets middeltemperatur for luftvaskerens til- og afgang, $(\text{tilgang} + \text{afgang}) \cdot \frac{1}{2}$, er 18 °C,
- Ventilationsluften får ved passage af rummet tilført en resulterende varmeeffekt på 7,5 kW samt en fugtighed på 1,0 g vand pr. kg tør luft, der tilføres luften isentalpisk.
- Ved pos. 4 er luftens temperatur 20 °C, og den relative fugtighed er 0,70.

Det antages,

- At der ikke forekommer entalpiændringer ved luftens passage af ventilatorer,
- At lufttrykket overalt har en størrelse svarende til det tryk, som diagrammet for fugtig luft er tegnet for.

Bestem for ventilationsanlægget:

- 3.1.1 Luftens relative fugtighedsprocent og vanddampenes partielt tryk ved pos. 2,
- 3.1.2 Overført samlet effekt til luften efter punkt 2,
- 3.1.3 Befugtningensgraden for luftvaskeren.

De til besvarelsen anvendte tilstandspunkter fra pos. 1 til pos. 6 vises tydeligt i en skitse af hx-diagrammet i afleveringen.

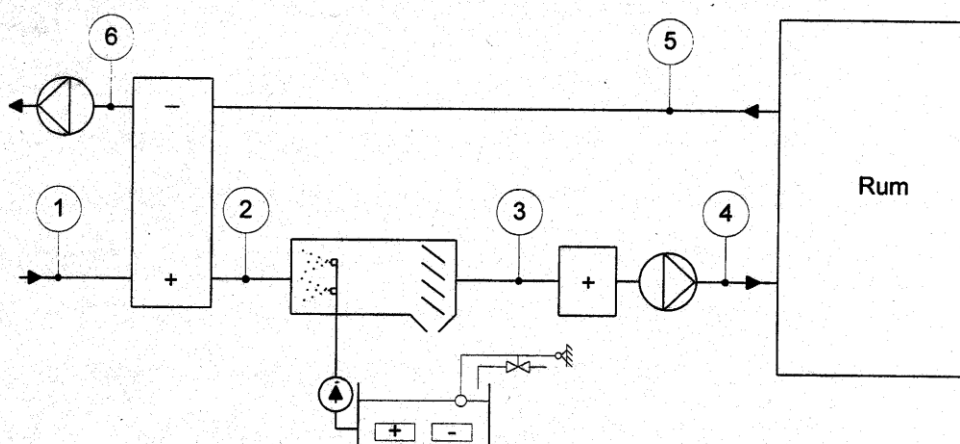


Fig. 1

25.

På et ventilationsanlæg, kun beregnet for indblæsning, og forsynet med en F-hjuls ventilator er udført målinger med henblik på en virkningsgradsbestemmelse.

For anlægget foreligger følgende oplysninger for en stationær driftstilstand:

Dimension af tilgangskanal før ventilatoren:	Ø550 mm
Lufthastighed i tilgangskanal:	14 m/s
Ventilatorens (kvadratiske) udløbsåbning:	0,55 x 0,55 m
Statisk tryk før ventilator:	- 510 Pa
Statisk tryk efter ventilator:	365 Pa
Tilført effekt til ventilatorens el-motor:	6,4 kW

Følgende antages:

Dynamisk tryk ved ventilatorens tilgang: 0 Pa

Der ses bort fra luftens volumenændring under passage af ventilatoren.

Luftens massefylde: $1,2 \text{ kg/m}^3$

Beregn:

- Ventilationsluftmængden [m^3/s]
- Det dynamiske tryk i ventilatorudløbet [Pa]
- Den totale trykstigning over ventilatoren [Pa]
- Den til luften overførte effekt [kW]
- Ventilatorens totale virkningsgrad (incl. el-motor og remtræk) [%]
- Ventilationsaggregatets SEL-værdi (el-effektivitetsfaktoren) [J/m^3]

26.

I en vandretliggende, rektangulær ventilationskanal for luftindsugning til et ventilationsanlæg ønskes udført en flowmåling med bl.a. pitotrør. Kanaldimensionerne er $h=200 \text{ mm}$ og $b=800 \text{ mm}$. Pitotrørsmålingerne er udført med 6 målinger i måltværsnittet.

Følgende værdier er noteret: 12 pa, 13 pa, 12 pa, 10 pa, 8 pa, 10 pa.

Temperaturerne omkring måltværsnitte er målt med tørt og vådt termometer. Følgende værdier er målt: $t_t=6,1^\circ\text{C}$ og $t_v=2,8^\circ\text{C}$.

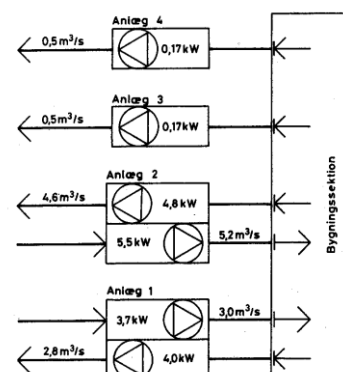
Barometerstanden er målt til 1015 mbar.

- Forklar årsagen til, at der er foretaget 6 pitotrørsmålinger og angiv på en skitse hvorledes målepunkterne bør være placeret.
- Forklar hvilke krav der stilles til målepunktets placering i kanalen
- Bestem luftens entalpi [kJ/kg] og relative fugtighed ved måltværsnittet
- Bestem luftflowet ud fra de foretagne målinger i m^3/h og kg/h

27.

På tegningen er vist en bygningssektion, der betjenes af fire ventilationsanlæg. Ventilationsaggregaternes ydelse og effektforbrug er vist for de enkelte aggregater.

- Bestem om anlæg 1 overholder Bygningsreglementets krav mht. energiforbrug til lufttransport
- Bestem SEL for alle 4 anlæg tilsammen
- Giv forslag til, hvorledes energieffektiviteten til lufttransport i ventilationsanlæg generelt kan forbedres.



Mollier h, x - diagram for fugtig luft

