

**Sallittu kirjallisuus: Kaavakokoelma  
 Palauta kaavakokoelma tentin jälkeen.  
 Älä tee merkintöjä kaavakokoelmaan!**

Tehtävä 1.

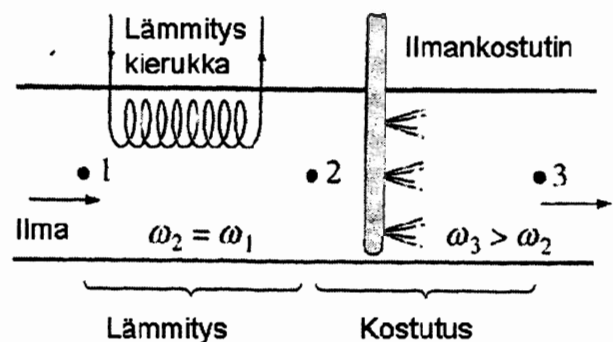
Kompressorissa puristetaan ympäristön ilmaa,  $p_\infty = 1$  bar ja  $T_\infty = 20$  °C, paineeseen  $p = 7$  bar.

- Mikä on lämpötila  $T_2$  puristuksen jälkeen, jos puristus on isentrooppinen?
- Mikä on tehontarve  $P/\dot{m}$ , jos isentrooppinen hyötysuhde  $\eta_s = 0,8$ ?
- Mikä on tehontarve  $P/\dot{m}$ , jos puristus on isoterminen?
- Paineilmaverkossa on pyöreä reikä,  $d = 2$  mm, josta purkautuu ilmaa ympäristöön. Miten paljon kompressorin käyttö maksaa vuodessa, jos sillä pidetään paineilmaverkossa 7 barin paine. Sähkön hinta on 0,1 € / kWh.

Tehtävä 2.

Putkessa kulkee ilmaa,  $T_1 = 10$  °C,  $\dot{V} = 45$  m<sup>3</sup>/min. Ilmaa lämmitetään siten, että lopussa lämpötila on  $T_2 = 22$  °C. Ympäristön paine,  $p_\infty = 1$  bar.

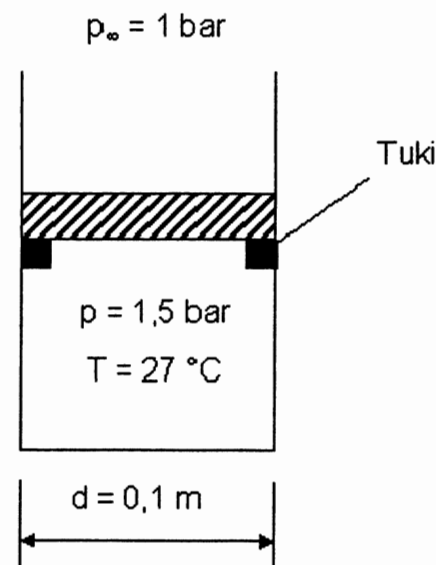
- Mikä on lämpötilan nostamiseksi tarvittava lämpövirta  $\phi$  välillä 1 – 2, jos ilma on kuivaa?
- Sama kuin a), mutta ilman suhteellinen kosteus tilassa 1 on  $\phi_1 = 30$  %.
- Mikä on vaadittava suihkutettavan veden massavirta, jotta kostean ilman  $T_1 = 10$  °C,  $\dot{V} = 45$  m<sup>3</sup>/min,  $\phi_1 = 30$  %, suhteellinen kosteus lopussa on  $\phi_3 = 60$  %,  $T_3 = 25$  °C.



Tehtävä 3.

Kuvan sylinterissä on ilmaa paineessa  $p = 1,5$  bar ja lämpötilassa 27 °C, jolloin sylinterin kansi nojaa tukiin. Se nousee irti tuista, kun paine on 3,5 bar. Sylinteriin tuodaan lämpöä siten, että alkuperäinen tilavuus kaksinkertaistuu. Liike voidaan olettaa kitkattomaksi. Ympäristön paine  $p_\infty = 1$  bar.

- Mikä on tällöin kaasun lämpötila?
- Sylinterissä olevan ilman tekemä työ?
- Tuotu lämpö?
- Ilman entalpian muutos sylinterissä?

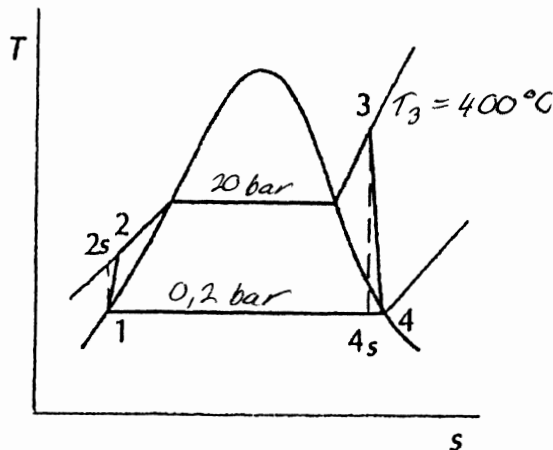


Tehtävä 4.

Rankine-prosessissa höyryn tila ennen turbiinia on  $p = 20 \text{ bar}$  ja  $T = 400 \text{ °C}$ . Turbiinin jälkeen paine on  $0,2 \text{ bar}$ .

Turbiinin  $\eta_s = 0,9$  ja pumpun  $\eta_s = 0,8$ .

- Täytä alla oleva taulukko tehtäväpaperiisi.
- Mikä on turbiinin teho  $P_t/\dot{m}$ ?
- Mikä on syöttövesipumpun teho  $P_p/\dot{m}$ ?
- Mikä on prosessiin tuotu lämpö  $\phi/\dot{m}$ ?

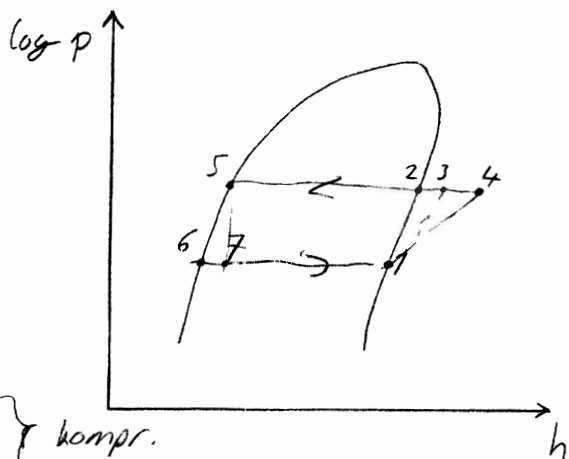


	p	T	h
1			
2s			
2			
3			
4s			
4			

Tehtävä 5.

Jäähdytyskoneessa kiertää kylmäainetta  $\dot{m} = 0,05 \text{ kg/s}$ , Vierellä olevassa kuvassa on esitetty kylmäaineen kyllästymiskäyrä sekä pisteet 1-7, joiden arvot on esitetty taulukossa. Laske näitä tietoja apuna käyttäen.

- Mikä on kompressorin teho?
- Mikä on kompressorin isentrooppihyötysuhde?
- Mikä on lauhduttimen luovuttama lämpö?
- Mikä on höyrystimen sitoma lämpö?
- Mikä on jäähdytyskoneen kylmäkerroin?



	p / bar	T / °C	x	h / kJ/kg	s / kJ/kgK
1	1,5	- 18	1,0	390	1,73
2	6	+ 22	1,0	410	1,70
3	6	+ 30	-	420	1,73
4	6	+ 55	-	445	1,82
5	6	+ 22	0	230	1,2
6	1,5	- 28	0	180	1,15
7	1,5	- 28	0,23	230	1,25

Aineominaisuuksia:

Vesi

$c_p = 4200 \text{ J/kgK}$   
 $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$   
 $M = 18 \text{ kg/kmol}$   
 $\kappa_T = 40 \cdot 10^{-6} / \text{bar}$   
 $\beta = 2 \cdot 10^{-4} / \text{K}$

Ilma

$c_p = 1000 \text{ J/kgK}$   
 $M = 28,965 \text{ kg/kmol}$   
 $\gamma = 1,4$