

TTY
Kone- ja tuotantotekniikka
Hannu Ahlstedt

1(2)

MEI-73150 JÄÄHDYTYSTEKNIIKAN JATKOKURSSI
Tentti 27.1.2016

Tehtävään 1 vastataan ilman materiaalia, aikaa max. 45 min, tenttijä voi jatkaa seuraaviin tehtäviin heti, kun on saanut tehtävä 1 valmiiksi. Tentin kokonaiskesto 3 h.

Tehtävissä 2...4 saa käyttää:

- opintojakson oppikirjaa Aittomäki, A, Kylmätekniikka tai siitä otettuja kopioita
- Aittomäki, A., Kosteuden mekaniikka, moniste, 36 s.
- ohjelmoitavaa laskinta

(6 pistettä/tehtävä)

1. Selitä lyhyesti seuraavat kohdat:

- a) termostaatti
- b) öljyn palautuksen varmistus käytettäessä halogeenihiilivetyjä
- c) välillisten jäähdytysjärjestelmien edut
- d) pakastusnopeuden vaikutukset
- e) poistoilmalämpöpumppu
- f) kaukokylmä

2. Seinän rakenne on sisältä ($T_s = -20 \text{ °C}$, $\varphi_s = 80 \%$) ulos ($T_u = +20 \text{ °C}$, $\varphi_u = 30 \%$):

Materiaali	Lämmönjohtavuus [W/mK]	Vesihöyrynsiirtävyys [s]
Puukuitulevy (20 mm)	0,15	$2 \cdot 10^{-10}$
Polyuretaani (150 mm)	0,025	$0,15 \cdot 10^{-10}$
Betoni (100 mm)	1,5	$1 \cdot 10^{-10}$

Tarvitaanko höyrystystä?

3. Pakastevaraston mitoitusarvot ovat:

- ulkoilma: $+25 \text{ °C}/60 \%$
- lattian lämpötila eristeen alla: $+10 \text{ °C}$
- varaston ilma: $-20 \text{ °C}/80 \%$
- mitat: pituus 10 m, leveys 5 m, korkeus 4 m, ovi 1 m x 2 m
- eristys: lämmönläpäisykerroin $0,3 \text{ W/m}^2\text{K}$
- tavaranvaihto:
 - 1000 kg/d pakasteita, tulolämpötila -15 °C
 - 20 kg/d tavaraa, tulolämpötila $+20 \text{ °C}$
 - tavaroiden ominaislämpö sulana $3,3 \text{ kJ/kgK}$ ja jäätyneenä $1,7 \text{ kJ/kgK}$,
jäätyislämpö $2,5 \text{ kJ/kg}$ ja jäätyispiste -2 °C

Varastossa käy yksi henkilö 60 kertaa klo 6.00-16.00 välisenä aikana, ovi on käyntikertaa kohti auki 15 s. Valaistus on 20 W/m^2 (lattiapinta-alaa) ja valot palavat 120 s/käyntikerta. Puhallinmoottorien teho on 1500 W ja niiden oletettu käyntiaika 15 h/d. Sulatus tehdään kolme kertaa vuorokaudessa $3000 \text{ W} \times 20 \text{ min}$. Mikä on jäähdystystehon tarve?

4. Lämmön talteenottolaitoksessa käytetään lämpöpumppua. Kompressorin hukkalämpö saadaan talteen kompressorin ohi virtaavaan ilmaan. Lämpöpumpulla lämmitetään sisäänvirtausilma ja vastaavasti jäähdytetään poistoilma. Jäähdytyspatterissa höyrystymislämpötila on 0 °C . Lauhtumislämpötila on 40 °C ja kylmäaine R134a. Kaasu tulistuu höyrystimessä 10 K ja ennen kompressoria imuputkessa 5 K lisää. Jäähdytystarve on 2 kW. Mikä on saavutettava lämpökerroin, kun lauhduttimessa neste jäähtyy lämpötilaan $+5 \text{ °C}$? Indikoitu hyötysuhde $\eta_i = 0,70$ ja mekaaninen $\eta_{mk} = 0,65$.