

KSU-6120 Rakennusten konetekniset laitteet

Tentti 13.12.2010

Tentissä ei saa käyttää muuta kirjallisuutta kuin jaettua kaavakokoelmaa. Tehtävän loppuun on merkitty kunkin tehtävän maksimipistemäärä.

- Vastaa lyhyesti seuraaviin kysymyksiin keskittyen vain asioiden ytimeen (10 p)
 - Mikä vaatimuksia rakennusten energiatehokkuusdirektiivi asettaa EU:n jäsenvaltioille
 - Mitkä ovat tällä hetkellä Suomessa keskeiset rakennusten energiatehokkuusvaatimukset
 - Miten näiden Suomen vaatimusten on kaavailtu muuttuvan vuonna 2012
 - Mitkä tekijät otetaan nyt huomioon rakennusten energiatehokkuusluvussa Suomessa
- Poistoilman lämmön talteenottoon käytetään levylämmönsiirrintä. Rakentamismääräysten mukaan poistoilman lämpötila saa jäähtyä alimmillaan arvoon $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ jäätyminen estämiseksi. Poistoilmavirta on $1,2\text{ m}^3/\text{s}$, tuloilmavirta $1,1\text{ m}^3/\text{s}$ ja tuloilmapuolen tehokkuus (effectiveness, lämpötilasuhde) on $0,75$. Laske kuinka paljon jäätyminen esto pienentää lämmön talteenotolla saatavaa tehoa, kun ulkoilman lämpötila on $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ja sisäilman $21\text{ }^{\circ}\text{C}$. Laske myös tuloilman lämpötila lämmön talteenoton jälkeen sekä ilman jäätymistä että jäätyminen huomioon ottaen. Laske lopuksi ilmanvaihdon lämpöhäviö poistoilmavirran mukaan ja lämmön talteenotolla saatava teho, kun jäätymisrajoitus on mukana (7 p)

Ilman tiheys on $1,2\text{ kg/m}^3$ ja ominaislämpö 1000 J/kgK .

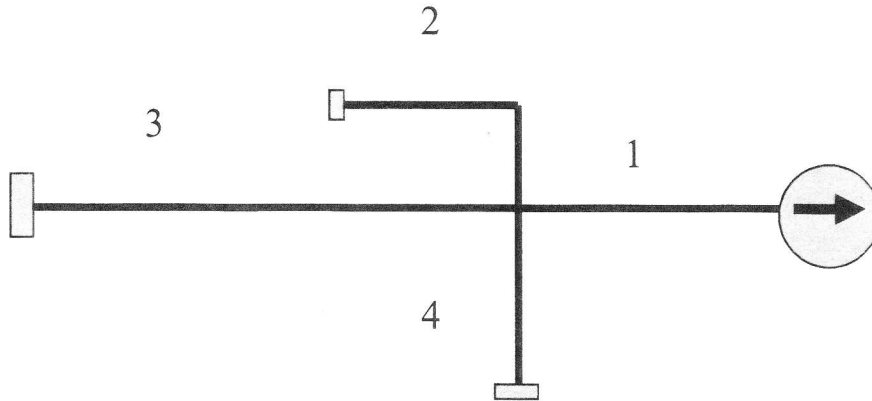
- Kuvan mukaisen kolmihaaraisen poistoilmakanaviston puhaltimen tilavuusvirta on $300\text{ dm}^3/\text{s}$. Haarojen pituudet ja halkaisijat ovat alla olevan taulukon mukaiset ja haaran 3 päässä olevan venttiilin painehäviö on 100 Pa .

Haara	Pituus <i>m</i>	Halkaisija <i>mm</i>	Tilavuus- virta <i>dm</i> ³ / <i>s</i>	Venttiilin painehäviö <i>Pa</i>
Päähaara 1	10	200	300	
Sivuhaara 2	8	150	150	
Sivuhaara 3	20	150	80	100
Sivuhaara 4	6	100	70	

Laske haarojen 2 ja 4 päässä olevien venttiilin painehäviöt tasapainoehdosta, koko kanaviston painehäviö ja puhaltimen paineenkehitys ja teho. Puhaltimen hyötysuhde on 40% .

Muita kertavastuksia kuin venttiilit ei oteta huomioon. Kanaviston kitkakerroin on $0,02$ ja ilman tiheys $1,2\text{ kg/m}^3$. Kitkapainehäviö lasketaan kaavakokoelman kaavalla.

Mikä on staattinen alipaine huoneilmaan nähden sivuhaarojen liitoskohdassa ja puhaltimen imupuolella (7 p).



4. Toimistorakennuksen johtumisen ominaislämpöhäviö on 700 W/K ja koneellinen ulkoilmavirta $2 \text{ m}^3/\text{s}$. Koneellinen ilmanvaihto on käynnissä 5 päivänä viikossa 12 tuntia. Lämmön talteenoton hyötysuhde poistoilmasta tuloilmaan on tehontarpeen laskennassa 30 % ja helmikuussa keskimäärin 60 %. Vuotoilmanvaihtoa ei ole.

Rakennuksen lämpökapasiteetti muodostuu 150 mm paksusta lattialaatasta, jonka lämpökapasiteetti/tilavuus on $2,0 \text{ MJ/Km}^3$ ja pinta-ala 2500 m^2 .

Laske rakennuksen helmikuun lämmityksen energiankulutus ja tehontarve, kun sisäilman lämpötila on $21 \text{ }^\circ\text{C}$, ulkoilman keskimääräinen lämpötila $-8 \text{ }^\circ\text{C}$ ja minimilämpötila $-25 \text{ }^\circ\text{C}$. Erottele laskennassa tilojen lämmityksen teho ja energia ja tuloilman lämmityksen teho ja energia. Tuloilman lämpötila on $18 \text{ }^\circ\text{C}$.

Sisäiset lämpöenergiat (sähkö, auringon säteily, ihmisistä vapautuva lämpö) ovat helmikuussa 50 MWh. Tehontarpeen laskennassa sisäisiä lämpöenergioita ei oteta huomioon.

Ilman ominaislämpö on 1000 J/kgK ja tiheys $1,2 \text{ kg/m}^3$.

Sisäisten energianlähteiden hyödyntämisaste (utilisation factor) saadaan kaavoista (10 p):

$$\text{if } \gamma_H \neq 1: \eta_{G,H} = \frac{1 - \gamma_H^{a_H}}{1 - \gamma_H^{a_H+1}}$$

$$a_{0,H} = 1,0 \text{ ja } \tau_{0,H} = 15 \text{ h.}$$

$$a_H = a_{0,H} + \frac{\tau_H}{\tau_{0,H}}$$

5. Rakennuksen keskimääräinen sisälämpötila on mittausten mukaan $22,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ tilanteessa, jossa ulkolämpötila on $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$, patteriverkoston menoveden lämpötila $42\text{ }^{\circ}\text{C}$ ja paluuveden lämpötila $32\text{ }^{\circ}\text{C}$. Laske paljonko patteriverkoston menoveden lämpötilaa on alennettava, jotta sisäilman lämpötila saadaan alennetuksi arvoon $21\text{ }^{\circ}\text{C}$. Laske myös miten paljon tämä muutos vaikuttaa pattereiden tehoihin.

Pattereiden lämmönluovutuksen eksponentti on $n = 1,3$ (3 p).