

NIINA

ENER-5050
LVI-tekniikan perusteet
Tentti 30.1.2007

Tentissä ei saa käyttää muuta kirjallisuutta kuin jaettua kaavakokoelmaa. Tehtävissä 1 ja 4 maksimipistemäärä on 8 ja muissa 5.

1. a. 10-kerroksisen rakennuksen korkeus on 30 m. Rakennuksessa on koneellinen poistoilmanvaihto, jossa puhaltimen paineenkorotus on 400 Pa. Vertaa (laske tarkka arvo), mikä ero poistoilmanvaihdon toiminnassa on (paine-ero, tilavuusvirta), kun ulkolämpötila on 20 °C tai -20 °C. Kummassakin tapauksessa sisälämpötila on 20 °C.
b. Lattialämmityksessä huoneen pintojen keskilämpötila on 1 K:n korkeampi kuin vastaavanlaisessa huoneessa, jossa on patterilämmitys. Kuinka paljon huoneilman lämpötila voi lattialämmityksen tapauksessa olla alempi kuin patterilämmityksessä, jotta saavutetaan sama operatiivinen lämpötila. Konvektion lämmönsiirtokerroin kehon pinnalla on 3 W/Km² ja säteilyn 5 W/Km².
c. Kiertovesipumpun paineenkorotus noudattaa kaavaa $\Delta p_p = 20kPa(1 - V^2)$ ja verkoston painehäviö kaavaa $\Delta p_h = 50kPaV^2$, missä tilavuusvirta on yksikössä [dm³/s]. Laske pumpun toimintapiste eli tilavuusvirta ja paineenkorotus.
2. Nykyisten rakentamismääräysten mukaan ikkunan lämmönläpäisykerroin (U-arvo) saa olla korkeintaan 1,4 W/Km². U-arvossa ikkunan sisäpuolen lämmönsiirtovastus on (noin) 0,13 Km²/W ja ulkopuolen 0,07 Km²/W. Laske ikkunan sisä- ja ulkolasi pinta- ja lasiosan lämpövastus, kun sisäilman lämpötila on 20 °C ja ulkoilman -10 °C. Laske myös ikkunan läpi menevän lämpövirran tiheys.
3. Asuinkerrostalon lämmitykseen käytetään poistoilmalämpöpumppua. Poistoilman tilavuusvirta on 1,5 m³/s. Lämpöpumpun höyrystimeen tulevan ilman lämpötila ja suhteellinen kosteus ovat 22 °C ja 30 % ja höyrystimestä ulos menevän ilman -5 °C ja 100 %. Lämpöpumpun lämpökerroin on 3,0. Laske höyrystimen, lauhduttimen ja kompressorin tehot sekä lämpöpumpun tuottama lämpö ja kompressorin kuluttama sähköenergia, jos lämpöpumppu käy vakioteholla 8000 h vuodessa.

Laskennassa otetaan huomioon vesihöyryn tiivistyminen, mutta ei höyrystimen sulatusta. Liitteenä on kostean ilman h-x-piirros.

4. Suorakaiteen muotoisen huoneen mitat ovat $4 \times 3 \times 5 \text{ m}^3$ (kuva 4a). Pinta 1 on lattia, pinta 2 ulkoseinä ja pinta 3 muodostuu kolmesta sisäseinästä ja katosta, joiden toisella puolella on samassa lämpötilassa oleva tila. Siksi yhdistetyn pinnan 3 lämpöhäviö on nolla.

Lattian pintalämpötila on $28 \text{ }^\circ\text{C}$, sisäilman lämpötila on $20 \text{ }^\circ\text{C}$ ja ulkoilman $-10 \text{ }^\circ\text{C}$.
Ulkoseinän (2) sisäpinnan konvektiivinen lämmönsiirtokerroin on 2 W/Km^2 ja sisäseinien (3) $1,5 \text{ W/Km}^2$. Säteilyn keskimääräinen lämmönsiirtokerroin on $5,0 \text{ W/Km}^2$ ja ulkoseinän lämmönläpäisykerroin sisäpinnasta ulkoilmaan on $0,30 \text{ W/Km}^2$.

Laske kuvan 4b käyrästä ja näkyvyyskertoimien välisten riippuvuuksien avulla tehtävässä tarvittavat pintojen väliset näkyvyyskerroimet. Esitä sen jälkeen taseyhtälöt, joista saadaan lasketuiksi pintojen 2 ja 3 lämpötilat ja ratkaise yhtälöt. Laske myös ulkoseinän lämpöhäviö.

5. Rakennuksen keskimääräinen sisälämpötila on mittauksen 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 paluuv veden lämpötila $32 \text{ }^\circ\text{C}$. Laske paljonko

- Patteriverkoston menoveden lämpötilaa on alennettava tai
- Patteriverkoston vesivirtaa suhteellisesti pienennettävä

jotta sisäilman lämpötila saadaan alennetuksi arvoon $21 \text{ }^\circ\text{C}$.

Laske myös lämmitystehon muutos verkoston säädön vaikutuksesta.

Kohdat a) ja b) ovat käytännössä toistensa vaihtoehtoja, mutta laske tentissä nämä molemmat vaihtoehdot. Pattereiden lämmönluovutuksen eksponentti on $n = 1,3$.