

Ene- 39.3003 Teknillinen termodynamiikka

Tentti 26.10.2012 klo 9-13. Kuhunkin vastauspaperiin nimi, osasto, vsk ja opintokirjan numero.

1. Ulkoilmaa ( $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $\varphi=50\%$ ) lämmitetään lämmityspatterilla  $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ :seen, jonka jälkeen se puhalletaan kuivuriin, jossa ilma kostuu mittausten mukaan kosteuteen  $\varphi=90\%$  ja jossa tilassa se poistuu kuivurista ulos. a) Laske kuivaimen ominaisenergian kulutus ( $\text{kJ/kg H}_2\text{O}$ ) ilman poistoilman lämmöntalteenottoa. b) Kuivain varustetaan lämmön talteenotolla, jonka ansiosta mittausten mukaan ulkoilman lämpötila tulee lämmityspatterille  $22\text{ }^{\circ}\text{C}$ :n lämpötilassa. Mikä on tällöin ominaisenergian kulutus?
2. Ilmastointikojeeseen imetään ulkoa sateella ilmaa lämpötilan ollessa  $18\text{ }^{\circ}\text{C}$  ja tilavuusvirta  $18\text{ m}^3/\text{s}$ . Tähän sekoitetaan kiertoilmaa, jonka lämpötila on  $22\text{ }^{\circ}\text{C}$  ja jonka märkälämpötila on  $18\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Laske sekoituskammiosta ulostulevan ilman kosteus ja lämpötila, kun kiertoilmavirta on  $0.5\text{ m}^3/\text{s}$ .
3. Tyypillisen suomalaisen kivitalokerrosasunnon ns. aikavakio on noin 2 vrk. Ulkoilma on ollut pitkään  $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$  ja lämmitysteho on säädetty sellaiseksi että sisälämpötila on pysynyt  $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$ :ssa. Ulkolämpötila putoaa äkillisesti alas  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ :seen. Laske huoneen sisälämpötila vuorokauden kuluttua, jos lämmitystehossa eikä ilmanvaihdossa tapahdu muutoksia.
4. a) Säiliössä on  $0.023\text{ bar}$  (absoluuttinen) ilmaa ( $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Kuinka paljon säiliöön virtaa ilmaa ympäristöstä ( $1\text{ bar}$ ,  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), kun säiliössä on  $2\text{ mm}$ :n (halkaisija) suuruinen reikä. Laske myös kaasun lämpötila reiässä. b) Säiliössä on  $10\text{ bar}$  ilmaa ( $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Kuinka paljon vuotaa ilmaa ympäristöön ( $1\text{ bar}$ ,  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), kun säiliössä on  $2\text{ mm}$ :n (halkaisija) suuruinen reikä. Laske myös kaasun lämpötila reiässä.
5. Vesihöyry kulkee kanavassa jossa paine  $0.8\text{ MPa}$  ja lämpötila  $350\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Kanavasta syötetään vesihöyryä tyhjiin säiliöön jonka tilavuus on  $0.342\text{ m}^3$ . Säiliön venttiili auakistaan jolloin vesihöyry pääsee säiliöön kunnes lopullinen paine säiliössä on sama kuin paine kanavassa. Laske lopullinen lämpötila säiliössä ja säiliöön virrannut massa. Täytyminen prosessi on adiabaattinen.
6. Erään huoneen lämpöhäviöt ovat  $1300\text{ W}$  kun ulkolämpötila on  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Huone lämmitetään vesiradiaattorilla. Alla olevassa kuvassa on radiaattorille tulevan ja siitä poistuvan veden lämpötila ulkolämpötilan funktiona. Laske
  - a) radiaattorin keskimääräinen lämmönluovutuslämpötila
  - b) radiaattorin entropian generointi jos huoneilman lämpötila on  $22\text{ }^{\circ}\text{C}$ .Radiaattorivesi lämmitetään kaukolämmöllä.
  - c) Kuinka suuren voimalaitoksen turbiinitehon menetyksen radiaattorin entropian generointi edustaa?