

## ENY-C2001 Termodynamiikka ja lämmönsiirto

2. VÄLIKOE, 14.12.2016 klo 13:00 – 16:00

Vastaa molempiin tehtäviin.

### Tehtävä 1

Tarkastellaan vesihöyryn paisuntaprosessia höyryturbiinissa. Höyryn paine ennen turbiinia on 100 bar ja lämpötila 500 °C. Höyryn paine turbiinin jälkeen on 1 bar. Höyryn massavirta turbiinin läpi on 65 kg/s.

- Merkitse oheiseen  $h$ - $s$ -piirrokseen paisunnan alkupiste (piste 1) ja määritä höyryn ominaisentalpia ja ominaisentropia ko. pisteessä. Merkitse piirrokseen paisunnan loppupiste (piste 2s), kun oletetaan, että paisuntaprosessi on isentrooppinen. Määritä höyryn ominaisentalpia ja lämpötila pisteessä 2s. Onko höyry pisteessä 2s tulistunutta, kylläistä vai kosteaa? Jos höyry on pisteessä 2s kosteaa niin kuinka korkea on höyrypitoisuus? Kuinka suuri on turbiinista saatava teho?
- Merkitse piirrokseen paisunnan loppupiste (piste 2), kun oletetaan, että paisuntaprosessin isentrooppinen hyötysuhde on 0,88. Kuinka suurina ovat höyryn ominaisentalpia, ominaisentropia ja lämpötila pisteessä 2? Onko höyry pisteessä 2 tulistunutta, kylläistä vai kosteaa? Jos höyry on pisteessä 2 kosteaa niin kuinka korkea on höyrypitoisuus? Kuinka suuri on turbiinista saatava teho?

*Repäise liitteenä oleva  $h$ - $s$ -piirros irti tehtäväpaperista ja palauta se vastauspapereidesi mukana. Muista merkitä piirrokseen nimesi ja opiskelijanumerosi.*

### Tehtävä 2

Tarkastellaan lämpöhäviöitä 15 cm paksun hirsiseinän läpi (seinä kokonaan puuta). Oletetaan, että sisälämpötila on 20 °C ja ulkolämpötila -20 °C. Oletetaan, että lämmönsiirtymiskerroin seinän sisäpinnalla on 6 W/m<sup>2</sup>K ja ulkopinnalla 25 W/m<sup>2</sup>K (käsittäen sekä konvektion että säteilyn).

- Laske seinämän kokonaislämmönvastus  $R_T$ .
- Laske seinämän lämmönläpäisykerroin  $U$ .
- Laske lämpöhäviö seinämän läpi (W/m<sup>2</sup>).
- Laske hirsi kerroksen sisäpinnan ja ulkopinnan lämpötilat.
- Kuinka korkea saa seinämän lämmönläpäisykerroimen arvo korkeintaan olla, jos halutaan, että seinän sisäpinnan lämpötila on näissä olosuhteissa vähintään 17 °C?
- Kuinka paljon paksumpi pitää hirsiseinän olla, jotta edellisen kohdan vaatimus täyttyisi?