

# Tampereen Teknillinen Yliopisto, Kemian ja Biotekniikan Laboratorio

KEB-43200 Voimalaitostekniikka

Kurssin vastuhenkilö: Henrik Tolvanen

Tentti 12.12.2017

13:00 - 16:00

K1705

Teoriaosaan vastataan ilman mitään materiaalia, aikaa teoriaosan kirjoittamiseen maksimissaan 1 tunti. Teoriaosan saa vaihtaa laskentaosaan 30 min jälkeen. Laskentaosassa saa olla oma materiaali mukana. Laskentaosassa saa käyttää graafista laskinta. Mikäli opiskelijalla on oikeus lisäaikaan, saa hän päättää itse kummassa osiossa sen käyttää.

## Osa I - Teoria

1.

- a) Mitä eroa on reaktio- ja impulssiturbiinilla? (5)
- b) Mikä tarkoitus on hiekkapedillä leijukerroskattilassa? Mitä vaikeuksia leijupeti aiheuttaa voimalan käynnistysvaiheessa? (10)
- c) Selosta mitä eroa on myötä- ja vastavirtakaasutuksella. (5)

2.

- a) Mitä tekijöitä tulee ottaa huomioon diffuusion mitoituksessa? (5)
- b) Piirrä periaatekuva paineistettuun kaasuun perustuvasta energiavarastosta ja kerro sen ominaispiirteistä. (10)
- d) Mikä on turboahtimen tarkoitus? Mistä komponenteista se koostuu, ja mistä saatu hyöty tulee? Mikä on turboviive? (5)

# Tampereen Teknillinen Yliopisto, Kemian ja Biotekniikan Laboratorio

## KEB-43200 Voimalaitostekniikka

Kurssin vastuhenkilö: Henrik Tolvanen

Tentti            12.12.2017                            13:00 - 16:00                            K1705

Teoriaosaan vastataan ilman mitään materiaalia, aikaa teoriaosan kirjoittamiseen maksimissaan 1 tunti. Teoriaosan saa vaihtaa laskentaosaan 30 min jälkeen. Laskentaosassa saa olla oma materiaali mukana. Laskentaosassa saa käyttää graafista laskinta. Mikäli opiskelijalla on oikeus lisäaikaan, saa hän päättää itse kummassa osiossa sen käyttää.

### Osa II - Laskenta

3. Tuulisähkön varastointiin suunnitellaan höyryakkuvarastoa. Höyryakun paine on 30 bar ja höyrypitoisuus  $x = 40 \%$ . Tuulisähköä käytetään veden (1 bar,  $20^\circ\text{C}$ ) pumppaamiseen ja lämmittämiseen. Energiaa tuulesta on saatavilla 220 MWh. Höyryakku voidaan purkaa turbiiniin vakioaineessa ja -lämpötilassa. Laske kuinka kauan turbiinilla voidaan tuottaa 15 MW:n tehoa. Suunnittele höyryn tuottoreitti siten, että loppukosteus turbiinissa jää alle 10 %. Tee tarvittavat oletukset laskemista varten ja perustele ne. Ota lisäksi kantaa olettamukseen höyryakun paine- ja lämpötilatason pysymisestä vakiona.

(25)

4. Avoin kaasuturbiinivoimalaitos on varustettu lämmönsiirtimellä (rekuperaatioaste 0,75). Laske laitoksen sähköntuotannon hyötysuhde ja polton ilmakerroin. Painehäviö lämmönvaihtimessa ja polttokammiossa yhteensä 5 %. Ulkoilman lämpötila on  $-10^\circ\text{C}$  ja paine 1 bar. Kompressorin  $\eta_k$  on 0,7 ja turbiinin  $\eta_e$  on 0,8. Generaattorin  $\eta$  on 0,98. Polttoaine on  $\text{C}_n\text{H}_{2n}$  ja kompressorille  $p_2/p_1 = 12$ . Turbiinin sisäänmenolämpötila on  $1200^\circ\text{C}$ .

(20)

5. Mäntäkompressorilla täytetään säiliötä. Säiliön tilavuus on  $1 \text{ m}^3$  ja mäntäkompressorin sylinteritilavuus  $0,02 \text{ m}^3$ . Ympäristön ja säiliön lämpötila ja paine alussa ovat 290 K ja 101300 Pa. Laske kuinka paljon säiliön paine on noussut kolmen isothermisen imu-puristus-kierroksen jälkeen. Laske lisäksi puristukseen vaadittu työ. Tee tarvittavat oletukset ja perustele ne.

(15)