

TTY/Voimalaitos- ja polttotekniikka

KEB-43200 Voimalaitostekniikka

Tentti 25.11.2014

OSA I (aikaa 1 h)

Kirjallisuuden käyttö kielletty

tentaattori Risto Raiko

1.

- a) Piirrä pV-tasossa mäntäkompressorissa tapahtuva polytrooppinen ja isoterminen puristus. Kumpi vaatii enemmän työtä ja miksi? (5)
- b) Piirrä turbiinivyöhykkeen nopeuskolmio ja kuvaa höyryn paisuminen turbiinissa hs-tasossa. Mitä tarkoitetaan reaktioasteella ja miten voit laskea sen? (5)
- c) Selosta nestemäisen polttoaineen syttyminen ja palaminen vaiheineen Diesel-moottorin sylinterissä. (10)

2.

- a) Miten tuulivoimalan siivistö mitoitetaan? (5)
- b) Pohdi miksi Suomessa yleensä CHP-voimalaitoksissa käytetään kaasuturbiineja, joiden suoritusarvot ovat suhteellisen vaatimattomia. (5)
- c) Tarkastele keskipakoisahtimen säätöä rajoittavia tekijöitä. (5)
- d) Selosta Ts-tasossa kaasuturbiini-höyryvoimalaitos-kombivoimalaitosprosessin hyötysuhteeseen vaikuttavia tekijöitä. (5)

TTY/Voimalaitos- ja polttotekniikka

KEB-43200 Voimalaitostekniikka

Kirjallisuuden käyttö sallittu

Tentti 25.11.2014

OSA II (aikaa 2 h) **tentaattori Risto Raiko**

3. Kaasuturbiinin kompressoriin virtaa ilmaa 10 kg/s tilassa 1,04 bar, 288 K, suht. kosteus 65 %. Kompressorin ja turbiinin painesuhteet ovat molemmat 7,1 ja polytrooppihyötysuhteet 0,88 ja 0,9. Kompressorin jälkeinen ilma kostutetaan vesikylläiseksi ruiskuttamalla sen joukkoon riittävästi vettä ($T=333$ K). Tämän jälkeen kostea ilma lämmitetään biokattilassa olevassa lämmönsiirtimessä lämpötilaan 950 K. Lämmönsiirtimessä on painehäviötä 0,2 bar. Laske a) ilman lämpötila veden ruiskuttamisen jälkeen. b) ruiskutuksen aiheuttama ilman massavirran kasvu. c) kaasuturbiinin teho. (20)
4. Kaasuturbiinikombivoimalan pakokaasut virtaavat tilassa 1,2 bar, 900 K pyöreässä savukavavassa (tulppavirtauksena) keskinopeudella 135 m/s. Mitoita mahdollisimman lyhyt pyörähdysdiffuusori, jonka avulla virtausnopeus lasketaan arvoon 30 m/s siten ettei virtaus irtoa diffusorissa. Laske myös paineen muutos tällöin diffusorin yli. Voit käyttää savukaasulle ilman aineominaisuuksia. (15)
5. Höyrturbiinin aksiaalisen tasapainevyöhykkeen alussa höyryn tila on (10 bar, 330 °C). Höyry poistuu vyöhykkeestä täysin aksiaalisesti nopeudella 129 m/s. Aksiaalinopeus pysyy vyöhykkeessä vakiona. Juoksusiiven u on 225 m/s. Mikä on häviöttömäksi oletetun vyöhykkeen täydellinen nopeuskolmio sekä mikä on paine ja lämpötila vyöhykkeen jälkeen? (15)
6. Vesihöyry (5 bar, 500 K) johdetaan Laval-suuttimeen. Mikä on oltava suuttimen kurkun halkaisija, kun virtauksen on oltava enimmillään 10 g/s ja tällöin suuttimen lopussa nopeuden on oltava 1.5 Mach. Laske suuttimen loppupään halkaisija sekä suuttimen jälkeinen paine-alue, jolla loppunopeus saavutetaan. (10)