

Ene-39.2001 Termodynamiikka ja lämmönsiirto. Tentti 10.01.2011.

Tehtävät 1- 4 suoritetaan ensin tukimateriaalin kanssa (klo 13-16) ja sen jälkeen tehtävät 5 - 6 ilman mitään tukimateriaalia (klo 16-17). Tukimateriaalina saa olla mitä tahansa, mukaanlukien omakätiset muistiinpanot, mutta ei laskuharjoitustehtäviä ratkaisuihin eikä laskuharjoitusmonistetta 151 (tai 147 tai 135). Opisto- ja AMK-insinöörit suorittavat halutessaan vain tehtävät 1-4. Kunkin vastauspaperin yläreunaan tulee tällöin merkitä selvästi sana **INSINÖÖRI**.

1. Erään laivan hytin seinämärakenne sisältä ulospäin on: 12 mm vanerilevy, 5 cm ilmapäli, höyrysulku (ohut alumiinifolio), 5cm vuorivilla ja 8mm teräslevy. Hytin sisällä on ilman lämpötila $+24^{\circ}\text{C}$ ja ulkopuolella olevan ilman lämpötila $+2^{\circ}\text{C}$. Sisäpinnalle ja ilmapälin pinnoille voidaan käyttää lämmönsiirtokertoimelle arvoa $\alpha = 8 \text{ W/m}^2\text{K}$, ja ulkopinnalle $\alpha = 20 \text{ W/m}^2\text{K}$.

- Laske seinämän läpi tapahtuva lämpöhäviö (W/m^2) ja hyttitilan seinän sisäpinnan lämpötila.
- Laske seinämän lävitse tapahtuva lämpöhäviö (W/m^2) sellaisessa kohtaa hytin seinämää, josta on vuorivilla ja höyrysulku jäänyt pois, mutta muutoin seinämän rakenne on sama eli sen paksuus on 12 cm. Laske tällaisessa seinämän kohdassa hyttitilan seinän sisäpinnan lämpötila ja vertaa sitä kohtaan, jossa lämpöeristys on paikallaan.
- Piirrä karkeasti lämpötilajakauma seinämän rakenteessa kummassakin tapauksessa a) ja b).

2. Eräs aaltoenergian talteenottotekniikka on toteutettu siten, että veden aaltoliike-energialla pumpataan öljyä putkea pitkin mereltä rannalla olevalle hydraulikkamoottorille, joka pyörittää generaattoria. Hydraulikkamoottorilta öljy palautuu toista putkea pitkin takaisin öljypumpulle. Öljyvirtaamalla 5.4 litr/s paineet eri kohdissa ovat: pumpun imuaukossa 10 bar(abs), pumpun paineaukossa 180 bar, hydraulikkamoottorin tuloaukossa 170 bar ja hydraulikkamoottorin lähtöaukossa 20 bar. a) Laske aaltoenergiasta öljypumppuun siirtyvä akseliteho, kun öljypumpun isentrooppinen hyötysuhde on $\eta = 0.8$. b) Laske generaattorin antama sähköteho, kun hydraulikkamoottorin isentrooppinen hyötysuhde on $\eta = 0.85$ ja generaattorin hyötysuhde on 0.97. c) Laske millä kokonaislämpöteholla järjestelmä lämmittää merta eli mikä on öljystä mereen siirtyvä lämpöteho. d) Laske öljyn lämpötilamuutos öljypumpussa ja hydraulikkamoottorissa, kun nämä osaprosessit voidaan käsitellä adiabaattisina ja lukuarvot lämpötilamuutoksille voidaan laskea käyttämällä kummallekin laitteelle öljyn sisäänmenolämpötilana ympäröivän meren lämpötilaa $T_1 = 295.15 \text{ K}$, öljylle tiheyttä $\rho = 815 \text{ kg/m}^3$ ja lämpölaajenemista $\partial\rho/\partial T = -0.1 \text{ kg/m}^3\text{K}$ sekä ominaislämpökapasiteettia $c_p = 1950 \text{ J/kgK}$.

