

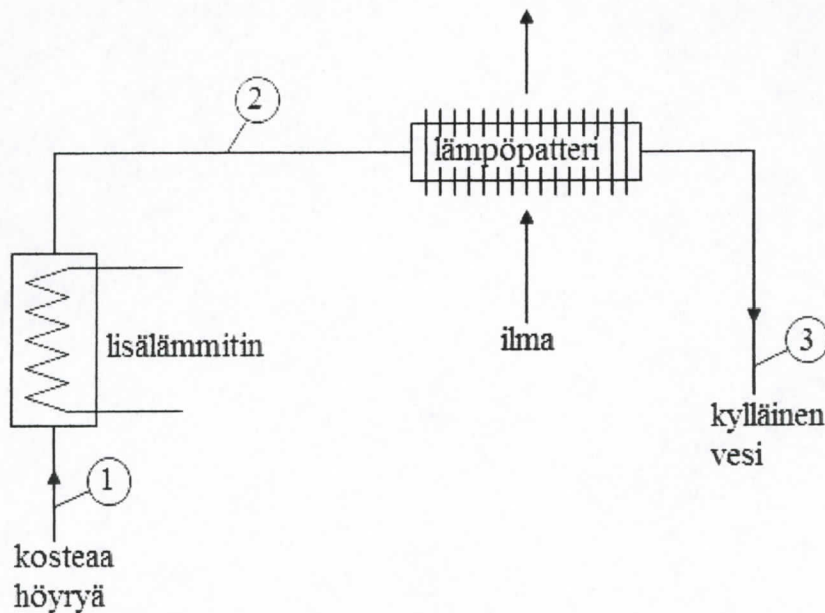
Osa 1 klo 10-13

Osa 1 tehdään tukimateriaalin kanssa. Tukimateriaalina saa olla mitä tahansa, mukaanlukien omakätiset muistiinpanot, mutta ei laskuharjoitusten ratkaisuja.

Opisto- ja AMK-insinöörit saavat halutessaan tehdä vain osan 1 jolloin tentti arvostellaan erillisellä arvosteluasteikolla. Kirjoita tällöin jokaisen paperin ylälaitaan selvästi sana Insinööri.

1. Teräsputki, jonka ulko- ja sisähalkaisijat ovat 52mm/48mm, on lämpöeristetty ulkopuolelta 50 mm paksulla kerroksella mineraalivillaa. Putkessa virtaa normaali-ilmanpaineessa oleva vesi lämpötilassa 75°C nopeudella 1 m/s ja putki on ulkona lämpötilassa -20°C . Ulkopuolinen lämmönsiirtokerroin (konvektio + säteily) on $7 \text{ W/m}^2\text{K}$.
 - a) Laske putken lämpöhäviö ulkoilmaan metriä kohti (W/m).
 - b) Laske kuinka paljon vesi jäähtyy putkessa yhden metrin matkalla.
 - c) Laske painehäviö putkessa (Pa/m), kun putken sisäpinta on vähän ruostunut, jolloin sen pinnankarheus on noin 0,20 mm.

2. Kuvan mukaisessa systeemissä menee 1 kg/s kosteaa höyryä lisälämmittimeen, jossa höyryä lämmitetään teholla 700 kW. Lisälämmittimestä höyry menee lämpöpatterille, joka lämmittää ilmaa lämpötilasta 5°C lämpötilaan 75°C . Lämpöpatterille puhallettava ilmavirta on 36 kg/s. Patterissa höyry lauhtuu kylmäiseksi vedeksi. Paine höyryputkessa on joka kohdassa välillä 1 - 3 sama 3 bar.



- a) Määritä höyryn tulistus (lämpötilaero höyryn ja samassa paineessa olevan kylmän höyryn välillä) lisälämmittimen ja lämpöpatterin välissä (kohta 2).
- b) Määritä höyryn massaosuus (höyrypitoisuus) lisälämmittimeen syötettävässä kosteassa höyryssä (kohta 1).

3. Maatalouskoneissa ja kaivureissa käytettävä hydraulimoottori toimii seuraavilla nimellisarvoilla:
Öljyn tilavuusvirta 65 litr/min ja suurin jatkuva paine-ero
 $p_{in} - p_{out} = 177 \text{ bar} - 2 \text{ bar} = 175 \text{ bar}$. Hydrauliohjyyn ominaisuudet ovat samat kuin kirjan esimerkissä 40: $\rho = 0.82 \text{ kg/litr}$, $\partial\rho/\partial T = -10^{-4} \text{ kg/litrK}$, $c_p = 1950 \text{ J/kgK}$. Öljyn sisääntulolämpötila hydraulimoottoriin on 40°C . Hydraulimoottorin isentrooppinen hyötysuhde nimellisarvoilla ajettaessa on $\eta = 84.8 \%$.
- a) Laske nimellisarvoilla tapahtuvassa ajotilanteessa hydraulimoottorin läpi menevä öljyvirta (kg/s), hydraulimoottorin antama akseliteho (kW) ja vääntömomentti (Nm) pyörimisnopeudella 810 r/min.
- b) Laske hydraulimoottorista poistuvan öljyn lämpötila (ohje: kirjan kaava (351), ole huolellinen etumerkkien kanssa - öljy voi myös lämmetä hydraulimoottorissa).
4. Ämmäsuon kaatopaikan mädätyslaitoksessa syntyy poltettavaa kaasua, josta mooliosuuksina on noin puolet hiilidioksidia CO_2 ja puolet metaania CH_4 . Mädätyskaasua poltetaan 0,62 mol/s polttokammiossa, johon kaasu saapuu lämpötilassa 350 K ja palamisilma lämpötilassa 298,15 K.
- a) Laske kaasun kalorimetrinen ja tehollinen lämpöarvo (kJ/mol).
- b) Laske polttimen polttoaineteho (W).
- c) Laske polttoon tarvittava ilmavirta (mol/s ja m^3/s) jotta palamistuotteiden lämpötila polttokammioista ulos tultaessa olisi 1300 K, kun palaminen tapahtuu lämpöeristetyssä polttokammiossa, ts. adiabaattisena prosessina. Ohje: Kurssikirjan taulukko 11 (s. 80).