

Tentissä saa käyttää mitä tahansa muuta tukimateriaalia, mukaanlukien omakätiset luentomuistiinpanot, mutta ei valmiiksi ratkaistuja laskuharjoitustehtäviä.

Vastaa kaikkiin viiteen tehtävään (tai niihin joihin osaat).

1. Vettä on pumpattava alemmasta säiliöstä ylempään $15 \text{ m}^3/\text{s}$ siten että säiliöiden vedenpintojen korkeusero on 71 m. Tarkoitukseen käytettävän putken kitkapainehäviöksi on mitattu 200 kPa tilavuusvirralla $8 \text{ m}^3/\text{s}$. Pumpuksi asennetaan tähän putkeen keskipakopumppu, jonka kokonaispaineen nousu ja hyötysuhde tilavuusvirrasta riippuvana pyörimisnopeudella 20 kierr./s on seuraava:

\dot{V}	2	4	6	8	10	12	14	m^3/s
Δp_{tot}	840	845	800	720	600	430	130	kPa
η	0,73	0,89	0,92	0,80	0,64	0,43	0,14	

Määritä tämän pumpun pyörimisnopeus, hyötysuhde ja tehontarve, kun se laitetaan pumppaamaan edellä esitetyllä tavalla.

$$h = 37 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\eta = 0,667$$

$$P_n = 316 \text{ MW}$$

2. Yksitoimisen ja yksivaiheisen mäntäkompressorin kierrosnopeus on $n = 1000 \text{ rpm}$ ja loppupaine $p_2 = 25 \text{ bar}$. Kompressorin imuilman tila on $p_1 = 1 \text{ bar}$ ja $T_1 = 15^\circ\text{C}$ ja tilavuusvirta tässä tilassa on $\dot{V} = 0,25 \text{ m}^3/\text{min}$. Suhteellinen haitallinen tila on 3% sekä suhde iskunpituus/sylinterin halkaisija on 1,2 / 1. Polytrooppivakio on 1,3.

Laske:

- Täyttösuhde. $0,67$
- Sylinterin halkaisija ja iskunpituus. $D = 7 \text{ cm}$ $s = 8,4 \text{ cm}$
- Polytrooppinen teho. $P_p = 2 \text{ kW}$
- Isoterminen hyötysuhde jos mekaaninen hyötysuhde on $\eta_m = 0,9$.

$$\eta_T = 0,67$$

3. Laval-turbiinin suuttimien suutinkulma on $\alpha_1 = 20^\circ$. Juoksupyörän siivet tehdään siten että siipikulmat ovat yhtä suuret tulo- ja lähtöreunalla. Höyry lähtee suuttimista nopeudella $c_1 = 750 \text{ m/s}$. Mitoita siipikulmat optimitilanteen mukaan, ts. silloin kun juoksupyörän hyötysuhde on korkeimmillaan. Laske myös juoksupyörän hyötysuhde jos juoksupyörän siivistön hyötysuhde on $\eta'' = 0,85$ ja suuttimien suutinhyötysuhde $\eta' = 0,92$. Millä absoluuttisella nopeudella höyry poistuu turbiinin juoksupyörästä?

$$\eta = 0,67$$

$$\eta = 0,78$$

4. Vesihöyry purkautuu Laval-suuttimeen suuresta säiliöstä, jossa sen tila on $p_0 = 2 \text{ MPa}$ ja $T_0 = 800 \text{ K}$. Höyryn nopeus sisäänmenokohdassa voidaan olettaa merkityksettömän pieneksi. Suuttimen ulostulokohdan poikkipinta-ala on $A_1 = 0,002 \text{ m}^2$ ja höyryn nopeus ulostulokohdassa on $w_1 = 1000 \text{ m/s}$. Suuttimen hyötysuhde on $\eta = 0,85$. Mikä on höyryn massavirta suuttimessa?

$$\dot{m} = 2,1 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

KÄÄNNÄ