

Oman ohjelmoitavan laskimen käyttö sallittu.

1. Ilman liikkeeseen vaikuttavia voimia luokitellaan viisi kappaletta. Mitä nämä voimat ovat? Esitä näiden voimien ja havainnollisen kuvan avulla, millä tavalla kitka vaikuttaa ilmavirtaukseen pohjoisella pallonpuoliskolla.
2. Kuvaile ja perustele huolellisesti ne kaksi tekijää, joilla tuulivoimalan lavan kohtauskulma on mahdollista pitää optimaalisessa arvossaan. Kirjoita edelleen yhtälö turbiinin pyörimisliikkeen mekaaniselle teholle ja kerro, miten lapojen lukumäärän muutos vaikuttaa tehon yhtälössä esiintyviin muuttujiin. Miksi kolme lapaa on parempi ratkaisu kuin yksi tai kaksi lapaa? Entä miksi nelilapaiset voimalat ovat harvinaisia?
3. Mökkinaapurisi harkitsee pientuulivoimalan hankintaa. Sinun tehtävänäsi on arvioida, kuinka paljon voimala tuottaa sähköenergiaa vuoden aikana. Jos lähtötietona on vain tuulen nopeuden vuosittainen keskiarvolukema voimalan napakorkeudella, miten saat arvioitua pinta-alamenetelmällä voimalan tuotantoa? Jos naapurisi kysyy, mikä on hänen voimalansa kapasiteettikerroin, mitä vastaat? Periaatteellinen selitys riittää, eli tuulen nopeuden todennäköisyysjakaumia ei tarvitse alkaa käsin laskea.
4.
 - a) Tuulivoimala pystyy hyödyntämään 40 % voimalan pyyhkäisyypinta-alalle tulevasta ilmavirtauksen tehosta. Olkoon tämä teho P . Mikäli voimalan roottorin säde r kasvaa Δr :n verran osoita, että voimalan tehollisuuden suhde alkuperäiseen tehoon voidaan approksimoida

$$\frac{\Delta P}{P} \approx \frac{2 \Delta r}{r}$$

kun lisäys Δr on hyvin pieni.

- b) Tuulivoimalan roottorin halkaisija on 80 metriä. Oletetaan, että 45 % Betzin lain mukaisesta ilmavirtauksen tehosta välittyy turbiinin tehoksi. Kuinka monta kierrosta minuutissa voimalan roottori pyörii, mikäli roottorin tuottama vääntömomentti on $1.57 \times 10^6 \text{ Nm}$? Tuulen nopeus on $v_0 = 8 \text{ m/s}$ ja ilman tiheys $\rho = 1.22 \text{ kg/m}^3$.

KÄÄNNÄ!

5. Ovatko seuraavat väittämät totta (T) vai epätotta (E)? Oikea vastaus antaa yhden pisteen kukin, väärä vastaus aiheuttaa pistemenetyksen. Vastaamatta jättäminen ei tuota pisteitä kumpaankaan suuntaan.

- a) Coriolis-ilmiön vaikutus on suurimmillaan päiväntasaajalla.
- b) Hydrostaattinen tasapaino estää ilman liikkumisen pystysuunnassa kaikissa olosuhteissa.
- c) Weibullin-jakaumassa muotokertoimen pienentäminen tarkoittaa tuulisuuden kannalta vaihtelun vähenemistä.
- d) Kohtauskulmalla tarkoitetaan tuulivoimalan lavan jänneviivan ja suhteellisen tuulen välistä kulmaa.
- e) Tuulivoimalan suuren pintasuhteen hyödyt liittyvät ennen kaikkea alhaisten tuulennopeuksien hyödyntämiseen.
- f) Epätahtikone, oikosulkukone ja induktiokone ovat saman generaattorikonseptin kolme eri nimeä.