

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 Lidar- ja Sodar-konsepteihin pohjautuvia tuulisuuden mittausmenetelmiä.

Tuulisuuden mallintamisessa hyödynnetään yleisesti Weibull-jakaumaa, jonka tiheys- ja kertymäfunktiot ovat

$$f(v) = \frac{k}{C} \left(\frac{v}{C}\right)^{k-1} \exp\left[-\left(\frac{v}{C}\right)^k\right]$$
$$F(v) = 1 - \exp\left[-\left(\frac{v}{C}\right)^k\right]$$

Selitä, mitä edellisten lausekkeiden eri termit tarkoittavat. Mikäli tuulivoimalan käynnistystuulenoisuus (cut-in-speed) on 4 m/s, mikä on Weibullin-jakauman avulla arvioituna voimalan pysäytystuulenoisuus (cut-out-speed), mikäli voimala tuottaa sähköä 20 tuntia vuorokaudessa? Käytä Weibullin analyysissä parametrille k arvoa 2 ja parametrille C arvoa 10.

3. 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?
4. 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.

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.