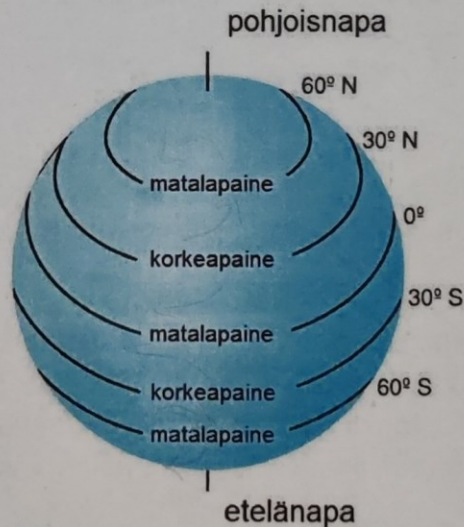


Oman ohjelmoitavan laskimen käyttö sallittu.

1. Merkitse oheiseen taulukkoon, mitkä ilmavirtauksiin vaikuttavat voimat (painegradienttivoima F_{pg} , keskihakuvoima F_{kh} , coriolisvoima F_c , kitkavoima F_k , gravitaatio F_g) ovat vallitsevina kussakin ilmavirtaustyyppissä.

	hydrostaattinen tasapaino	geostrofinen tuuli	gradienttituuli	tuuli rajakerroksessa
F_{pg}				
F_{kh}				
F_c				
F_k				
F_g				

Merkitse edelleen oheiseen maapalloon periaatekuva eri leveyspiireillä vallitsevista ilmavirtauksista (niiden suunnista).



2. Lähde liikkeelle kohtauskulman käsitteestä, ja perustele huolellisesti, miksi tuulivoimalan lavassa on syytä olla kierrettä pituusakselin suhteen. Tarkastellaan pintasuhteen vaikutusta tuulivoimalan toimintaan. Kirjoita 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?

KÄÄNNÄ!

3. 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 käynnistystuulennopeus (cut-in-speed) on 4 m/s, mikä on Weibullin-jakauman avulla arvioiduna voimalan pysäytystuulennopeus (cut-out-speed), mikäli voimala tuottaa sähköä 20 tuntia vuorokaudessa? Käytä Weibullin analyysissä parametrille k arvoa 2 ja parametrille C arvoa 10.

4. Vaihteellisen tuulivoimalan roottorin halkaisija $D = 100$ m. Kuinka suuri vääntömomentti näkyy generaattorin akselilla? Tuulen nopeus $v_0 = 10$ m/s, roottorin kärjen nopeussuhde $\lambda = 7$ ja vaihteiston välityssuhde $i = 50$. Ilman tiheys $\rho = 1.225$ kg/m³ ja vaihteiston hyötysuhde $\eta = 0.9$. Oletetaan, että 84.3 % Betzin lain mukaisesta ilmavirtauksen tehosta välittyy roottorin tehoksi.

5. Ovatko seuraavat väitteet totta (T) vai epätotta (E)? Oikea vastaus +1 p, väärä vastaus -1 p, vastaamatta jättäminen 0 p. Tehtävän minimipistemäärä on kuitenkin 0 p.

- Troposfäärissä ns. adiabaattinen lämpötilan aleneminen on noin 3 °C / 100 m.
- Käsite tendenssi kuvaa coriolis-voiman muutosta tuulen nopeuden muuttuessa.
- Sodar on menetelmä, jonka avulla tuulimittaukset voidaan tehdä maan pinnalta.
- Kun siipiprofiili asetetaan ilmavirtaukseen, paine siiven alareunassa on suurempi kuin yläreunassa.
- Ns. tornivarjo on sitä haitallisempaa, mitä enemmän voimalan roottorissa on lapoja.
- Tuulivoimalan energiantuotantoa voidaan arvioida ns. pinta-alamenetelmällä, mikä mahdollistaa voimalan kapasiteettikertoimen määrittämisen.