

Oman ohjelmoitavan laskimen käyttö sallittu.

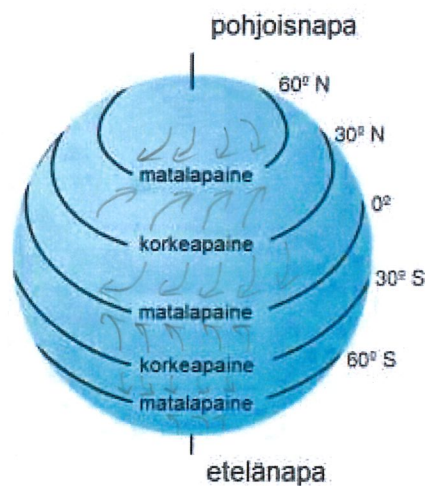
1. Selitä lyhyesti, mitä seuraavilla termeillä / käsitteillä tarkoitetaan.

- | | |
|-------------|------------------------|
| a) ilmasolu | d) Bernoullin periaate |
| b) sodar | e) kärjen nopeussuhde |
| c) naselli | f) kapasiteettikerroin |

2. 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}	X	X	X	X
F_{kh}			X	X
F_c		X	X	X
F_k				X
F_g	X			

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



KÄÄNNÄ!

3. 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?
- 4.
- a) Mökkinapurisi 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? Periaatteellinen selitys riittää, eli tuulen nopeuden todennäköisyysjakaumia ei tarvitse alkaa käsin laskea.
- b) Mikä oli suuruusluokka Suomeen asennetun tuulivoiman nimellistehosta vuoden 2017 lopussa? Työ- ja elinkeinoministeriön ilmasto- ja energiastrategian päivityksen yhteydessä tuulivoimalle asetettiin lisätavoite vuoteen 2025 mennessä. Pitäisikö tämän tavoitteen mukaisesti Suomessa tuottaa tuulivoimalla sähköenergiaa (a) 9 TWh, (b) 12 TWh vai (c) 15 TWh vuodessa?
5. 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 ilmapvirtauksen tehosta välittyy roottorin tehoksi.