

**SMG-4500 Tuulivoima**

tentti 21.5.2012

OMAN OHJELMOITAVAN LASKIMEN KÄYTTÖ SALLITTU

Aki Korpela

1.

Selitä lyhyesti seuraavat käsitteet: (1 p/kohta)

- |                         |                              |
|-------------------------|------------------------------|
| (a) geostrofinen tuuli  | (b) suhteellinen tuuli       |
| (c) kärjen nopeussuhde  | (d) passiivinen sakkaussäätö |
| (e) kapasiteettikerroin | (f) Betzin laki              |

2.

(a)

Perustele, miksi coriolis-ilmiö kääntää eteläisellä pallonpuoliskolla ilmavirtausta kulkusuunnassaan vasemmalle. (3 p)

(b)

Miten gradienttituuli eroaa geostrofisesta tuulesta? Kerro myös perustelujen kera, mitä ilmavirtaukselle tapahtuu, kun tullaan rajakerroksen yläpuolelta rajakerrokseen. Havainnollista tätä muutosta kuvalla, joka esittää korkeapainetta kiertävää ilmavirtausta pohjoisella pallonpuoliskolla (rajakerroksen yläpuolella ja rajakerroksessa). (3 p)

3.

(a)

Lähde liikkeelle kohtauskulman käsitteestä, ja perustele huolellisesti, miksi tuulivoimalan lavassa on syytä olla kierrettä pituusakselin suhteen. (2 p)

(b)

Tarkastellaan pintasuhteen vaikutusta tuulivoimalan toimintaan.

- Kirjoita yhtälö turbiinin pyörimisliikkeen mekaaniselle teholle ja kerro, miten lapojen lukumäärän muutos vaikuttaa tehon yhtälössä esiintyviin muuttujiin. (3 p)
- Miksi kolme lapaa on parempi ratkaisu kuin yksi tai kaksi lapaa? Entä miksi nelilapaiset voimalat ovat harvinaisia? (1 p)

4.

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.

- Vakionopeudella toimivassa tuulivoimalassa on yleensä tahtigeneraattori.
- Vakionopeudella toimiva tuulivoimala tuottaa aina likimain vakiotehon, kunhan tuulisuus on riittävä turbiinin pyörimiselle.
- Suomessa oli vuoden 2010 lopussa asennettua tuulivoimatehoa noin 200 MW. Tavoite on, että vuonna 2020 vastaava lukema on 2500 MW.
- Tuulivoiman syöttötariffi on Suomessa noin 200 €/MWh.
- Vaihteettomat tuulivoimalat ovat keskimäärin luotettavampia kuin vaihteelliset.
- Tuulivoimalan kapasiteettikerroin on huipunkäyttöajan prosentuaalinen esitys.

KÄÄNNÄ!

5.

Tarkastellaan Vaasassa sijaitsevaa Mervento Oy:n koevoimalaa, jonka generaattorin nimellisteho on 3 MW. Kohteen tuulisuutta, jossa vuotuinen keskituulennopeus on voimalan napakorkeudella 7 m/s, on alla olevan kuvan ylemmässä kuvaajassa mallinnettu karkeasti weibull-jakaumalla. Kuvaajan palkeissa olevat numerot kertovat kyseisen tuulennopeuskomponentin esiintymistodennäköisyyden, eli esimerkiksi tuulennopeusvälin 2-4 m/s esiintymistodennäköisyys on 8%.

Alempi kuvaaja on karkea versio tuulivoimalan generaattorin tehokäyrästä. Jos esimerkiksi ollaan tuulennopeusvälillä 8-10 m/s, generaattori tuottaa 2.3 MW:n sähkötehon.

Tehtävänä on laskea Merventon tuulivoimalan vuosituotanto tehokäyrämenetelmällä. Laske energiantuotantoarvion lisäksi myös huipunkäyttöaika ja kapasiteettikerroin.

