

## SMG-4500 Tuulivoima

tentti 24.5.2013

Aki Korpela

OMAN OHJELMOITAVAN LASKIMEN KÄYTTÖ SALLITTU

Tehtävän 1 maksimipistemäärä on viisi pistettä, ja tehtävistä 2-5 saa maksimissaan kuusi pistettä kustakin. Näistä tulee maksimisummaksi 29 pistettä. Lisäksi opiskelija saa yhden pisteen siitä, että hän arvioi jokaisen tehtävän lopuksi, kuinka monta pistettä kyseisestä tehtävästä on tulossa.

1.

Selitä lyhyesti mutta täsmällisesti seuraavat käsitteet: (1 p/kohta)

- (a) gradienttituuli                      (b) rajakerros                      (c) SODAR  
(d) kohtauskulma                      (e) epätahtigeneraattori

2.

Vastaa lyhyesti seuraaviin kysymyksiin: (2 p/kohta)

- (a) Kuinka paljon Suomessa oli asennettua tuulivoimaa vuoden 2012 lopussa nimellistehon avulla lausuttuna? Entä mikä on nimellistehon avulla lausuttu tavoite vuoden 2020 osalta?
- (b) Mikä on tuulivoiman syöttötariffin perustaso Suomessa? Vuoden 2015 loppuun asti uusilla voimaloilla on mahdollisuus saada korotettua tariffia. Mikä on sen suuruus?
- (c) Tuulivoimahankkeen tavoitteena ei ole maksimoida energiantuotantoa. Kerro, mikä tuulivoimahankkeen tavoite sen sijaan on.

3.

Tarkastellaan gradienttituulta eteläisellä pallonpuoliskolla. Käy huolellisesti läpi, mitkä voimavaikutukset ilmassaan vaikuttavat, ja millainen on voimien yhteisvaikutuksesta syntyvä ilmavirtaus. Kerro myös perustelujen kera, miten ilmavirtaus muuttuu, kun siirrytään rajakerroksen yläpuolelta rajakerrokseen. (6 p)

4.

Kurssilla käytiin läpi neljä tuulivoimalakonseptia, joista yksi oli vakionopeuksinen, yksi aidosti muuttuvanopeuksinen ja kaksi muuta rajoitetusti muuttuvanopeuksisia. Tee selkoa niistä teknisistä ratkaisuista, joiden seurauksena vakionopeuksisen voimalan roottori pyörii likimain vakionopeudella tuulennopeudesta riippumatta. Entä mitä ovat ne tekniset ratkaisut, joilla voimalatyypistä saadaan rajoitetusti muuttuvanopeuksinen ja edelleen aidosti muuttuvanopeuksinen? Miksi valtaosa nykypäivän tuulivoimaloista sisältää vaihdelaatikon? Entä mikä on se tekninen ratkaisu, jolla voimalasta saadaan vaihteeton eli suoravetoinen? (6 p)

KÄÄNNÄ!

5.

Tarkastellaan vaaka-akselista tuulivoimalaa, jonka roottori pyörii likimain vakionopeudella tuulennopeudesta riippumatta. Oletetaan, että lavan pituus on 50 m, ja roottorin pyörimisnopeus on 10 kierrosta minuutissa. Suunnittele lapaan pituusakselin suuntainen kierre siten, että tuulennopeudella 15 m/s passiivinen sakkaussäätö toimii voimalan tehonsäätömenetelmänä. Tarkastellaan tilannetta kolmessa lavan pisteessä, joissa säde  $r$  saa arvot:

(a)  $r = 1$  m, kohtauskulma  $\alpha = 18^\circ$ ,

(b)  $r = 30$  m,  $\alpha = 15^\circ$ ,

(c)  $r = 49$  m,  $\alpha = 12^\circ$ .

Tehtävänä on siis laskea, mikä on lavan kierrekulman arvon oltava kohdissa (a)-(c), jotta annetut kohtauskulmat toteutuvat. Pohdi lopuksi, miten lavan sakkaaminen toteutuu kohdissa (a)-(c). (6 p)