

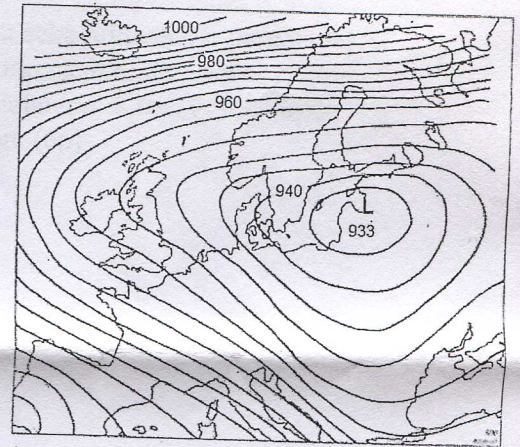
Saa käyttää omaa ohjelmoitavaa laskinta tentissä

1. Selitä lyhyesti seuraavat käsitteet: (1p/ kohta)

- a) Gradienttituuli
- b) Pinta-alamenetelmä
- c) Kärjen nopeussuhde
- d) Coriolis-voima
- e) Kapasiteettikerroin
- f) DFIG

2. Tuuli luonnonilmiönä

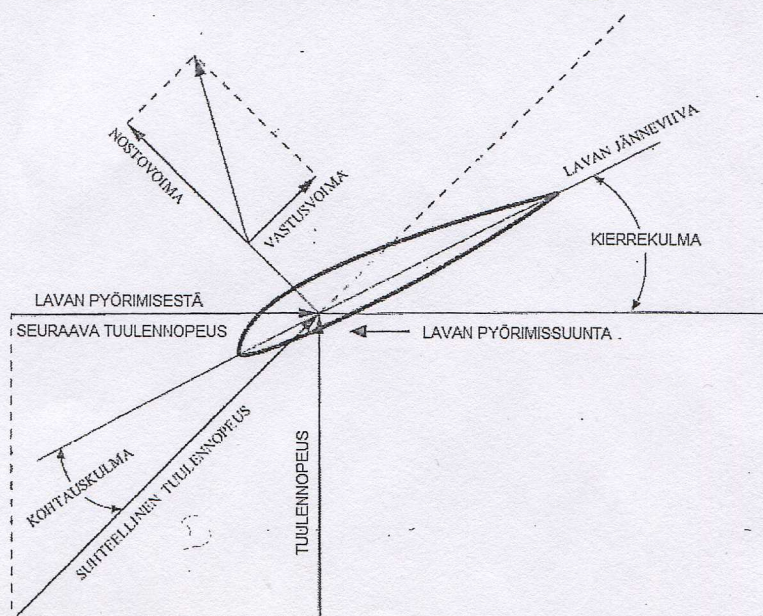
Kopioi oheinen karttakuva karkeasti vastauspaperiisi, ja hahmottele karttaan rajakerroksen yläpuolisten il-mavirtausten suuntia. Piirrä myös toinen kuva, jon-ka avulla havainnollistat tilanteen muuttumista raja-kerroksen siirryttyä. Perustele vastauksesi huolel-lisesti. (6p)



3. Lapasuunnittelun perusteet

Tarkastellaan oheista tuulivoimalan lavan poikkileikkausta. Kun olet vastannut kohtiin a)-c), paperistasi pitäisi löytyä kaikki kuvassa esiintyvät termit.

- a) Mitä kohtauskulma tarkoittaa, ja mitkä tekijät siihen vaikuttavat? (2p)
- b) Selitä kuvan vasemmasta yläreunasta löytyvien voimavektorien käyttäytyminen kohtauskulman kasvaessa. (2p)
- c) Miksi lavassa on oltava kierrettä pituusakselin suhteen? Entä miten lavan kierre-kulma on suunniteltava, jos tuulivoimalan tehoa rajoitetaan nimellistuulennopeuden yläpuolella aktiivisen sakkaussäädön avulla? (2p)





4.

Generaattorit ja tuulivoimalan säätäminen

a) Kirjoita mahdollisimman selkokielinen essee epätahtikoneen (eli oikosukukoneen) toimintaperiaatteesta. Lähde liikkeelle virrattomasta tilanteesta ja kerro, miten epätahtikoneen moottori- ja generaattorikäytöt poikkeavat toisistaan. Perustele vielä lopuksi, miksi vakionopeuksinen tuulivoimala on luonteva toteuttaa epätahtigeneraattorin avulla. (3p)

b) Tuulivoimalan tuottamaa tehoa aletaan rajoittaa nimellistuulennopeutta voimakkaammilla tuulilla. Tähän on periaatteessa olemassa kolme erilaista vaihtoehtoa. Mitä nämä tehonsäätömenetelmät ovat, ja miten ne eroavat toisistaan? (3p)

5.

Energiatuotannon arviointia

Kurssin ekskursio tehtiin tänä keväänä Honkajoelle, johon Taaleritehdas Oy on rakennuttanut 21,6 MW:n tuulipuiston. Puisto koostuu yhdeksästä Nordexin DFIG-tyyppisestä turbiinista.

Jos sinulla on hallussasi Nordexin turbiinien tehokäyrät sekä mittauksiin perustuvat tuulennopeuden weibull-jakaumat voimaloiden napakorkeuksilta, miten pystyt karkeahkosti arvioimaan tuulipuiston vuotuista energiantuotantoa. Kerro myös, miten saat laskettua huippukäyttöajan ja kapasiteettikertoimen. (6p)