

BIT 390 – Energifysikk
Regneøvelser høsten 2011.

Oppgavesett 6 til 06.10 2010

OPPGAVE 19:

Et kraftmagasin har overflaten $A = 8.0 \text{ km}^2$, og en maksimal reguleringshøyde $h_r = 15 \text{ m}$. Kraftstasjonen ligger $h = 600 \text{ m}$ lavere enn magasinet. Regn med en samlet virkningsgrad, η , på 85%.

- Hvor mye elektrisk energi (i GWh) kan lagres i magasinet?
- Anta at maksimalt vannuttak er dimensjonert til $6 \text{ m}^3/\text{s}$. Hva blir den maksimale leverte elektriske effekten?
- Anta at magasinet er fullt og får null tilsig i ekstremt tørrår. Hvor lenge vil magasinet vare med fullt effekt-uttak?

OPPGAVE 20:

Vi skall se på en ideell vindmølle med vingeradius (avstand fra akse til vingetipp) $R = 10.0 \text{ m}$. Tettheten til luft er $\rho = 1.23 \text{ kg/m}^3$.

- Hva er den maksimale effekten som møllen kan yte i frisk bris, $v_1 = 10 \text{ m/s}$.
- Hvor stor er den aksiale (horisontale) kraften på møllen i dette tilfelle? Vi ser bort fra kraften på tårnet vindmøllen sitter på. [Tilnærmet fasit for a) og b) finnes i eksempelet i avsnitt 3.3.1 i læreboken.]
- I en vindrosse når vindhastigheten grensen for sterk storm, $v_1 = 28.5 \text{ m/s}$. Hvor stor ville effekten bli dersom vindmøllen kunne håndtere denne vindstyrken?. Hvor stor er kraften på møllen i dette tilfellet?

Tidevannsturbiner kan teoretisk betraktes som vindmøller plassert under vann, og Betz-teorien kan anvendes også for slike.

- Tidevannsturbinen i Kvalsundet har også $R = 10.0 \text{ m}$. Hva er effekten når tidevannsstrømmen når sin maksimale hastighet, $v_1 = 3.0 \text{ m/s}$. Tettheten til vann er $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$. Hvor stor er den tilsvarende kraften på turbinen?

OPPGAVE 21:

Fra avsnitt 3.3.4 læreboken har vi lært at vindhastigheter er Weibull-fordelt med en parameter $k = 1.7 \dots 2.3$. I tilfellet $k = 2$ reduserer Weibull-fordelingen seg til *Rayleigh*-fordelingen, som er litt enklere å håndtere.

$$P(v) = P_2(v) = \frac{2v}{v_0^2} e^{-\left(\frac{v}{v_0}\right)^2}.$$

- a) Finne den *mest sannsynlige* hastigheten til vinden, \tilde{v} , for denne fordelingen.
- b) Finn medianhastigheten, v_m (dvs den hastigheten som den observerte vindstyrken er mindre enn og større end med samme sannsynlighet).
- c) Finn middelhastigheten til vinden, \bar{v} .
- d) Finn et uttrykk for middelveien, \bar{P} , til den maksimale effekten:

$$P = \frac{8}{27}\rho Av^3,$$

Hvis den *momentane* effekten er \bar{P} , hva er vindhastigheten?

Noen integraler som kan komme til nytte:

$$\int_0^x xe^{-x^2} dx = \frac{1}{2}(1 - e^{-x^2}),$$
$$\int_0^\infty x^2 e^{-x^2} dx = \frac{1}{4}\sqrt{\pi},$$
$$\int_0^\infty x^4 e^{-x^2} dx = \frac{3}{8}\sqrt{\pi},$$