Elevhefte

Effekt og energiproduksjon i et vannkraftverk

Formel for effekt produsert i et vannkraftverk er gitt som:

**P = ρ ∙ g ∙ h ∙ Q ∙ η**

P: Effekt (arbeid pr tid) [W]

ρ: Vannets tetthet [kg/m3]

g: Tyngdens akselerasjon g = 9.81 m/s2

h: Fallhøyde [m]

Q: Vannføring, volum / tid [m3/s]

η: Virkningsgrad [-]

**Oppgave 1. Bevis formelen!**

Ta utgangspunkt i uttrykket for potensiell energi i tyngdefeltet og vis at formelen blir slik!

**Fasit oppgave 1:**

Effekt er det samme som energiproduksjon (arbeid) pr tid.

Gå gjennom dette på tavla, med utgangspunkt i at potensiell energi er E = mgh, slik at effekt blir mgh/t. Massen m erstattes med ρ ∙ V fra definisjonen av tetthet, og deretter kan V/t erstattes med vannføringen Q. Virkningsgraden η vil være nytt for elevene. Bruk litt tid på dette og beskriv at virkningsgraden forteller hvor stor andel av energien som blir tilgjengelig, siden noe går bort som energitap. Gi gjerne eksempler på hvordan man helt konkret finner virkningsgraden, og hva man gjør i kraftverket for å redusere energitapet slik at η blir større.

For å oppmuntre elevene kan du påpeke at de med sine fysikk-kunnskaper nå har utledet den viktigste formelen i energibransjen!

**Oppgave 2. Hvor stor er effekten til kraftverket?**

Svartisen kraftverk ved Storglomvatn i Nordland har maksimal fallhøyde på 585 m og vannføring 70 m3/s. Vi kan sette virkningsgraden til 0,87.

Hvor stor er effekten til Svartisen kraftverk?

**Fasit oppgave 2:**

P = ρ ∙ g ∙ h ∙ Q ∙ η = 1000 kg /m3 ∙ 9,81 m/s2 ∙ 585 m ∙ 70 m3 / s ∙ 0,87 = 3,49 ∙ 108 W = 349 MW

**Oppgave 3. Enheter for energi og effekt**

Energi måles i J (Joule) og effekt i W (Watt), hvor 1 W = 1 J/s.

Energi måles også ofte i kWh, hvor k (kilo) betyr 1000 og h betyr timer. 1 kWh er energien som omdannes når effekten er 1000 W i 1 time.

Vis at 1kWh tilsvarer 3,6 ∙ 106 J.

**Fasit oppgave 3**

Vis hvordan man regner om fra kWh til Joule: 1 kWh = 1000 W ∙ 3600 s siden 1 time er 3600 sekunder.

Derfor blir 1 kWh = 3,6 ∙ 106 J.

Understrek forskjellen på enheter for energi og effekt, understrek at W er effekt men kWh er energi. Nevn også øvrige enheter med prefikser og hva disse betyr: MWh, GWh og TWh.

**Oppgave 4. Hvor skal vi bygge ut et nytt vannkraftverk?**

Som ingeniør er du konsulent for det lokale kraftselskapet Elvetrollet AS.

De planlegger å bygge et kraftverk i Glitredalen, og trenger noen beregninger for å kunne sende søknad om utbygging til myndighetene.

**A**

**B**

**Alternativ A: Langfossen**

Midlere vannføring: 13 m3/s

Fallhøyde 200 m

Virkningsgrad 0,85

**Alternativ B: Breielva**

Midlere vannføring: 55 m3/s

Fallhøyde 40 m

Virkningsgrad 0,85

a) Hvilket alternativ tror du lønner seg best? Begrunn svaret.

b) Beregn effekt for de to alternativene.

c) Hvilke andre hensyn vil du anbefale at Elvetrollet AS tar før de bestemmer seg for utbygging?

d) Legg fram din ekspertvurdering for selskapet!

**Fasit oppgave 4 (a, c og d er åpne spørsmål, som ikke har fasitsvar)**

**4b)**

 P = ρ ∙ g ∙ h ∙ Q ∙ η

Langfossen:

P = 1000kg/m3\*9,81m/s²\*200m\*13m/s²\*0,85= 21680100W =21,7MW

Breielva:

P = 1000kg/m3\*9,81m/s²\*40m\*55m/s²\*0,85= 18344700W = 18,3MW

**Ekstraoppgaver**

**Oppgave 5 Hvor mye inntekter vil de to kraftverkene ha i året?**

Bruk GeoGebra simuleringsprogrammet til å gjøre beregningene basert på kraftverkene i oppgave 4. Anta at Langfossen produserer strøm 4000 timer i året, mens Breielva produserer strøm 3500 timer i året. Begge kraftverkene får samme strømpris: 350kr/MWh

**Oppgave 6. Hvor mange hus rekker det til?**

En husstand bruker ca 20 000 kWh pr år.

Hvor mange husstander kan Langfossen og Breielva forsyne med energi? Bruk utregningen din fra oppgave 4. Anta at Langfossen produserer strøm 4000 timer i året, mens Breielva produserer strøm 3500 timer i året.