

# Om vandkraft med henblik på Tangeværket

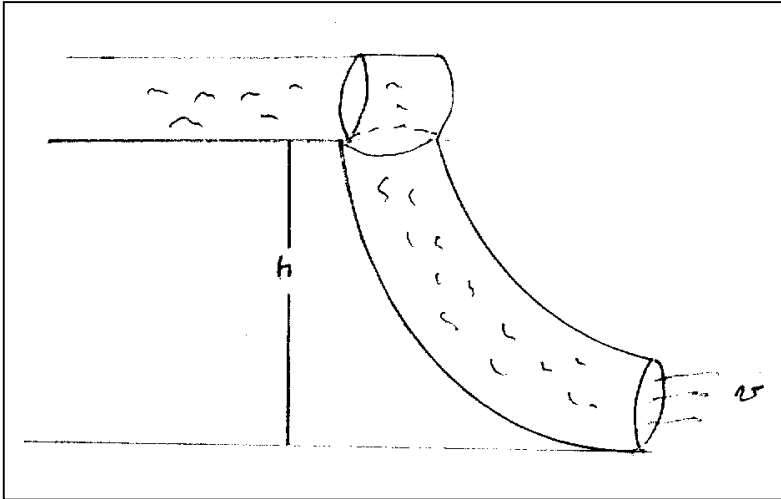


Ole Witt-Hansen

2019

## 1. Fysikken bag et vandkraftværk

Dynamikken i en vandkraftværk består i omsætningen af potentiel energi til den kinetiske energi, som en vandmasse opnår ved et fald fra en højde  $h$ .



Til venstre er vist en skematisk figur af et vandkraftværk. Vandet strømmer ind øverst til venstre, og vi antager, at vandet her har hastigheden 0.

Herefter er der et fald på  $h$ , hvorefter vandet strømmer ud for nedenunder med hastigheden  $v$ .

Vi antager, at strømmingen er stationær, hvilket betyder, at selv om vandet flytter sig, så er hastigheden af en vandpartikel den samme på ethvert sted til ethvert tidspunkt.

Da atmosfæretrykket ikke ændrer sig på højden  $h$ , så er Bernoullis lov simpelthen mekanisk energibevarelse for en masse af vand  $m$ , fra top til bund.

$$\frac{1}{2}mv^2 = mgh$$

Hvis vi skal bestemme effekten af det udstømmende vand, skal vi anvende Newtons 2. lov.

Hvis  $p = mv$  betegner impulsen, kan vi skrive Newtons 2. lov

$$F = \frac{dp}{dt} \quad F = \frac{d(mv)}{dt}$$

Dette er vi nødt til, for mens hastigheden af vandet  $v$  er den samme, hvor den strømmer ud, afhænger massen af vandet  $m$  af tiden:  $m = m(t)$ . Hermed bliver  $dm/dt$  den mængde vand, der strømmer ud per tidsenhed. Hermed udøver det udstømmende vand en kraft:

$$F = \frac{d(mv)}{dt} = v \frac{dm}{dt}$$

Vandets effekt er derfor:

$$P = Fv = v^2 \frac{dm}{dt}$$

Hvis vi f.eks. har et fald på  $10 \text{ m}$ , og der udledes et ton vand i sekundet, så kan vi beregne den maksimale effekt, der kan udtrækkes til at drive en turbine:

Kvadratet på hastigheden findes af:  $\frac{1}{2}mv^2 = mgh \Rightarrow v^2 = 2gh = 196 \text{ (m/s)}^2$ . Heraf fås effekten:

