

Zadatak: 12. REVERZIBILNA HIDROELEKTRANA

Reverzibilna elektrana je tip hidroelektrane koja iskorištava električnu energiju iz drugih elektrana u vrijeme jeftinije tarife struje (obično tijekom noći) kako bi napunila akumulaciju/bazen, i zatim tu vodu iskoristila za dobivanje električne energije za vrijeme skuplje tarifne struje.

Primjer takve elektrane kod nas je reverzibilna hidroelektrana (RHE) Obrovac, gdje se akumulacijski bazen nalazi na visini od oko $H = 550$ m u odnosu na nivo turbine koje daju električnu energiju. U vrijeme jeftinije struje ili smanjene potrebe električne energije iz jezera se crpi voda u akumulacijski bazen na visini H . Kada cijena struje poraste ili kada se pojavi potreba za dodatnim izvorom električne energije, voda iz akumulacije se pušta da 'slobodno pada' po cijevi polumjera $R = 1$ m na turbine.

Naravno, energetske gledano, iz takve elektrane se ne može dobiti energija: u idealnom slučaju, tj. bez gubitaka, energetska bilanca bi bila jednaka nuli. U realnom slučaju, gubici postoje te je za rad elektrane potrebno potrošiti energiju. Ipak, elektrana je isplativa ekonomski, upravo zbog postojanja dvije tarife cijene struje.

Uz zadanu visinu H i polumjer cijevi R , te uz pretpostavku da voda na izlasku iz cijevi ima energiju jednaku energiji vode koja 'slobodno pada', nadjite snagu koju može razviti RHE Obrovac. Zanimajte trenje i ostale izvore gubitaka.

Hint: 12. REVERZIBILNA HIDROELEKTRANA

Pomoć: Primijenite zakon očuvanja energije, te izrazite snagu kao $P = \Delta E / \Delta t$.

Rješenje: 12. REVERZIBILNA HIDROELEKTRANA

Snaga je po definiciji jednaka (npr. dobivenoj) energiji ΔE u jedinici vremena Δt . 'Dobivena energija' ΔE jednaka je kinetičkoj energiji vode koja pada sa visine H . Ona, u jedinici vremena Δt iznosi:

$$\Delta E = \frac{1}{2}\Delta mv^2 = \Delta mgH$$

gdje je Δm masa vode koja je protekla kroz cijev u vremenu Δt . Izrazimo li Δm preko gustoće i volumena, $\Delta m = \rho\Delta V$, možemo pisati:

$$P = \frac{\Delta E}{\Delta t} = \rho g H \frac{\Delta V}{\Delta t}$$

Izraz $\Delta V/\Delta t$ je upravo jednaka toku vode, tj. vrijedi $\Delta V/\Delta t = Sv$, gdje je S površina presjeka cijevi po kojoj teče voda brzinom v .

Konačno, možemo dobiti izraz za snagu:

$$P = \rho g H S v = \sqrt{2}\pi\rho g H R^2 \sqrt{gH}$$

Uvrštavanjem numeričkih vrijednosti ($\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$, $g = 9.81 \text{ m/s}^2$) dobiva se $P = 1761 \text{ MW}$.

Stvarna snaga koju elektrana daje je oko 200 MW. Razlika dolazi od raznih aproksimacija, npr. brzina vode pri izlazu iz cijevi će biti manja od brzine koja bi odgovarala 'slobodnog pada'.