

Fermiho úlohy
4. ročník (2009/2010)
1. kolo

Úloha 4

Zadání: Jak velké město by bylo možné zásobovat elektrickou energií, kdybychom využívali energie, které produkují Niagarské vodopády?

Řešení:

Pokud jeden obyvatel potřebuje dodávat příkon o průměrné velikosti P , pak n obyvatel potřebuje:

$$P_n(n) = Pn \quad .$$

Niagarské vodopády jsou vysoké $h = 52 \text{ m}$ a objemový průtok je určena na $Q = 5900 \text{ m}^3/\text{s}$ (zdroj: http://cs.wikipedia.org/wiki/Niagarské_vodopády).

Potenciální energie objektu o hmotnosti m ve výšce h nad určenou nulovou hladinou je v homogenním gravitačním poli:

$$E_p = mhg \quad .$$

Za čas Δt proteče skrze ústí vodopádu objem vody, který je určen jako:

$$V = \Delta t Q \quad .$$

Hustota vody je $\rho = 1000 \text{ kg m}^{-3}$.

Hmotnost objemu V je pak:

$$m = \Delta t Q \rho \quad ,$$

a potenciální energie, o kterou voda při pádu přijde:

$$E_1 = \Delta t Q \rho g h \quad .$$

Z toho plyne, že Niagarské vodopády produkují čistý výkon:

$$P_1 = Q \rho g h \quad .$$

Tento výkon by byl převáděn na elektrickou energii vodními turbínami s účinností $\eta = 0,85$.

Čistý výkon distribuovaný do elektrické rozvodné sítě by byl:

$$P_2 = Q \rho g h \eta \quad .$$

V případě 100% účinnosti Niagarské vodopády zásobí elektrickou energií počet obyvatel:

$$N_1 = Q \rho g \frac{h}{P} \quad .$$

Při účinnosti η :

$$N_2 = Q \rho g \frac{h}{P} \eta .$$

Čistá energetická spotřeba ČR v roce 2005 (bližší údaj jsem nenašel) byla 57664 Gwh (zdroj: Základní údaje o elektroenergetice, Ministerstvo průmyslu a obchodu). V tomto roce měla Česká republika asi 10230000 obyvatel. Na jednoho člověka pak připadá výkon 643,02 W.

Pak:

$$N_1 = 4,7 \times 10^6 \text{ a}$$

$$N_2 = 4,0 \times 10^6 .$$

Niagarské vodopády by dokázaly zásobovat asi čtyřmilionové město.