

Úloha IX.3 ... Zasněžování

10 bodů; průměr 6,05; řešilo 43 studentů

Někteří organizátoři Výfuku by nejraději měli zimu i v létě. Začali tak spekulovat, jak by si v létě mohli zařídit snůh. Odhadněte, kolik energie by bylo třeba na zasněžování celé České republiky jednotlou vrstvou sněhu o výšce jeden metr. Kolikrát by se po realizaci tohoto projektu znásobila roční spotřeba elektrické energie ČR? Měli bychom na celém území ČR v jednom okamžiku dostatek přírodní vody na zrealizování tohoto projektu? Nezapomeňte na to, že vodní děla nejsou stoprocentně účinná a led může postupně odtávat. Také se pokuste odhadnout nejistotu svého odhadu. Potřebné údaje si dohledejte a zbytek odůvodněně odhadněte.



Nejdříve si musíme říci, že pokud chceme zasněžovat sněžným dělem, mělo by venku mrznout. Za určitých podmínek je sice možné zasněžovat i při teplotách nad nulou, nicméně takové zasněžování by bylo výrazně méně efektivní. Představme si tedy takový letní den, kdy na celém území ČR mrzne, a právě v tento den se rozhodneme realizovat náš plán na ploše $78\,871\text{ km}^2 = 78\,871\,000\,000\text{ m}^2$, což odpovídá $78\,871\,000\,000\text{ m}^3$ sněhu. Dále si zjistíme parametry vzorového sněžného děla. Mým vzorovým dělem se stalo toto: <http://www.audry.cz/snezna-dela-areco>, děla standard. Ta vyprodukuje 75 m^3 sněhu za hodinu s příkonem cca $18,5\text{ kW}$. Energii pak můžeme uvádět např. v kWh. Můžeme tedy zjistit, kolik sněhu vyprodukuje dodáním $1\text{ kWh} \Rightarrow (75\text{ m}^3\text{ sněhu})/(18,5\text{ kWh}) = \text{cca } 4,05\text{ m}^3\text{ sněhu na kWh}$. Pokud následně vydělíme celkový objem sněhu objemem vyprodukovaným dodáním 1 kWh , získáme potřebnou energii cca $19,46\text{ TWh}$. To je asi $70\,000\text{ TJ}$.

S jedním dělem by nám ale náš plán trval $120\,000$ let nepřetržitého zasněžování. Abychom vše stihli během 24 hodin, kdy nám mrzne, potřebovali bychom asi 44 milion děl. Dle našeho odhadu bude v ČR děl maximálně několik tisíc, a tak by nám mohl tento projekt trvat pěkných pár desetiletí. Pokud bychom se snažili započítat i odtávání sněhu, nejen čas, ale i spotřebovaná energie by byly mnohonásobně vyšší a možná by takto ani nebylo možné projekt dokončit. (Zvlášť pokud uvažíme, že děla jsou schopna provozu jen za určitých okolností.) Kolikanásobně vyšší si ani netroufáme odhadovat – velmi silně by záviselo na okolním počasí, rychlosti odtávání ledu (závislé na aktuální výšce ledu i jeho momentální struktuře) atd.

Abychom ale uzavřeli náš hypotetický příklad – Pokud bychom se obešli bez odtávání sněhu a vše bychom opravdu zvládli, roční spotřeba energie ČR by vzrostla asi o čtvrtinu. Na stránkách děla můžeme najít, že spotřebu vody lze přibližně odhadnout, když budeme uvažovat, že na výrobu $10\text{ m}^3/\text{h}$ sněhu budeme potřebovat asi $11/\text{s}$ vody. Za hodinu tedy spotřebujeme $3,6\text{ m}^3$ vody. Množství spotřebované vody tedy určíme jako $78\,871\,000\,000\text{ m}^3 \cdot 0,36 = 28\,400\,000\,000\text{ m}^3$.

To je asi čtyřicetinasobek vody v naší největší přehradě Orlík! Podobně velkých přehrad v ČR mnoho není, a proto můžeme celkem s jistotou tvrdit, že vedle energie a sněžných děl bychom neměli ani dostatek vody.

Václav Verner
vasek@vyfuk.org

Korespondenční seminář Výfuk je organizován studenty a přáteli MFF UK. Je zastřešen Oddělením propagace a mediální komunikace MFF UK a podporován Katedrou didaktiky fyziky MFF UK, jejími zaměstnanci a Jednotou českých matematiků a fyziků. Realizace projektu byla podpořena Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy.

Toto dílo je šířeno pod licencí Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported.
Pro zobrazení kopie této licence navštivte <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>.