

Úloha III.P . . . solární pohon

5 bodů; průměr 2,29; řešilo 66 studentů

*Mohlo by letadlo létat na solární pohon?**Domínika s Honzou a Michalem chtěli odletět to teplých krajin.*

Kdybychom chtěli být struční stejně jako v zadání, stačilo by do řešení napsat „ano“, protože aniž bychom cokoliv museli rozebírat, stačí strávit chvíli se svým oblíbeným vyhledávačem a najdeme mimo jiné projekt *Solar Impulse*,¹ který má za cíl dokonce cestu kolem světa ve Sluncem poháněném letadle, jehož první testovací let již proběhl v roce 2009 a v loňském roce letadlo už zvládlo přeletět Atlantický oceán.

Podívejme se nyní na praktičnost takového letadla. *Solar Impulse* je pouze testovací stroj, který má za úkol demonstrovat možnosti této technologie, a tak je veškerá jeho stavba podřízena tomu, aby létal. Je to velmi lehké a velmi pomalé letadlo (jeho maximální vzletová hmotnost je 2 000 kg, z toho je užitečný náklad 400 kg, a maximální rychlost je $70 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$) při poměrně velkém rozpětí křídel (63 m) a délce trupu (22 m). Z toho je jasné, že s takovými parametry by na něm žádné aerolinky nevydělaly. Zamysleme se nad tím, jestli by solárním pohonem šlo pohánět nějaké standardní dopravní letadlo, a nad tím, jaký pokrok je nutný, aby se vyvážily případné nedostatky.

Naším modelovým letadlem budiž Boeing 787-8 *Dreamliner*. Parametry, které budeme uvažovat, jsme našli na Wikipedii.² Důležité hodnoty jsou následující: plocha křídel $S_k = 325 \text{ m}^2$, maximální hmotnost paliva $m_p = 102 \text{ t}$ a výkon motorů $P_s = 71 \text{ MW}$ (při vzletu – při samotném letu je výkon nižší, ale letadlo, které nevzletí, neletí). Za poznámku stojí také, že co do rozpětí křídel jsou si obě letadla, která tu zmiňujeme, velmi podobná.

Už jen z toho výkonu motorů je evidentní, že pohánět *Dreamliner* solárními panely bude nejspíš utopie. Proč? Víme,³ že na Zemi dopadá sluneční záření, jehož plošná hustota výkonu je přibližně $1\,000 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$. I kdyby solární panely měly 100% účinnost, nikdy bychom se na požadovaných 71 MW nedostali. Museli bychom znásobit plochu celého letadla řádově aspoň 10^2 krát. Budiž nám útechou aspoň to, že v operačních výškách dopravních letadel bude tok slunečního záření vyšší než na úrovni moře. Jak bychom tomu, aby letadlo létalo, mohli pomoci? Protože jsme mohli vypustit všechno palivo, naše letadlo teď unese 102 t baterií, které si na zemi před letem můžeme pomoci solárních článků dobít. Lehké lithium-iontové baterie (ty lepší) mají poměr uskladněné energie ke hmotnosti asi⁴ $0,8 \text{ MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$ (pro srovnání benzin asi $45 \text{ MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$). Kdybychom celý prostor využili na baterie, měli bychom k dispozici asi 82 GJ elektrické energie. To už zní lépe, ale při plném výkonu je to asi 20 min. Jenže v tuto chvíli jsme zanedbali to, že baterie se při takovémto odběru budou rychle přehřívat, což by si vyžádalo náročné chlazení. *Dreamliner* jsme zvolili jako ukázkou také proto, že jako moderní letadlo spoléhá na složitou elektronickou avioniku, která si vyžaduje velký (sice stále řádově menší) elektrický výkon a stejně se v něm baterie přehřívají.⁵

Je také potřeba zmínit to, že letadla za svoje vlastnosti vděčí právě proudovému motoru, který se nedá jen tak nahradit motorem elektrickým – bylo by nutné se vrátit k vrtuli, což by snížilo účinnost, a tudíž i dolet a další vlastnosti, které bychom od dopravního letadla očekávali.

Zdá se, že v tuto chvíli není možné postavit dopravní letadlo, které by poháněla pouze sluneční energie. Co s tím může věda udělat? Limity jsou jasné – letadlo samo o sobě nemůže

¹<http://www.solarimpulse.com>²http://en.wikipedia.org/wiki/Boeing_787_Dreamliner³[http://en.wikipedia.org/wiki/Air_mass_\(solar_energy\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Air_mass_(solar_energy))⁴http://en.wikipedia.org/wiki/Energy_density⁵<http://www.ft.com/cms/s/0/4369c0d8-7dd9-11e3-95dd-00144feabdc0.html>

vyrábět víc energie, než mu Slunce a jeho rozměry dovolí. Tento výkon sám o sobě dostatečný na pohon velkých letadel nejspíš nikdy nebude. Materiáloví inženýři by mohli přinést nové lehčí konstrukční prvky, ale cesta k letadlu poháněnému elektřinou vede spíše přes výkonné a energeticky husté baterie, které budou dobíjeny elektřinou (třeba ze solárních článků) na zemi.

Aleš Podolník
ales@fykos.cz

Fyzikální korespondenční seminář je organizován studenty MFF UK. Je zastřešen Oddělením pro vnější vztahy a propagaci MFF UK a podporován Ústavem teoretické fyziky MFF UK, jeho zaměstnanci a Jednotou českých matematiků a fyziků.

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