

Rozhledy matematicko-fyzikální

Eduard Šubert
Jak zatačí vlak

Rozhledy matematicko-fyzikální, Vol. 94 (2019), No. 2, 18–20

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/148002>

Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 2019

Institute of Mathematics of the Czech Academy of Sciences provides access to digitized documents strictly for personal use. Each copy of any part of this document must contain these *Terms of use*.



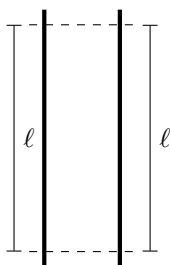
This document has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ*:
The Czech Digital Mathematics Library <http://dml.cz>

Jak zatáčí vlak

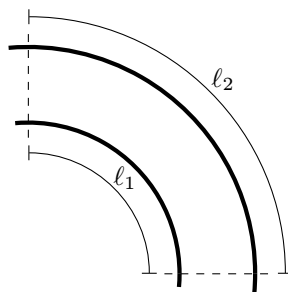
Eduard Šubert, Praha

Určitě jste už někdy jeli vlakem. Takový vlak, ten nejedí jen přímo rovně, jezdí i do zatáčky. Ale jak to vlastně je možné, že vlak v každé zatáčce nevykolejí?

Problém se zatáčením je ten, že vnitřní kolo soukolí musí vždy v zatáčce urazit kratší vzdálenost než to vnější (obr.1b), jinak zatočit nelze. To je jiné než při jízdě po rovině, kdy obě kola ujedou vždy přesně stejnou vzdálenost (obr. 1a).



(a) Přímá dráha. Obě kola urazí stejnou vzdálenost ℓ



(b) Zatáčka. Vnitřní kolo urazí kratší vzdálenost než vnější, $\ell_1 < \ell_2$

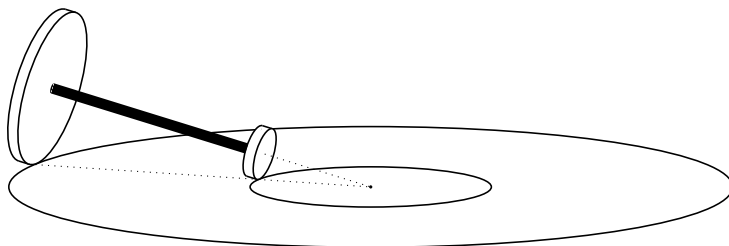
Obr. 1: Rozdíl mezi jízdou po rovině a jízdou do zatáčky

Dokážeme vyrobit soukolí, jehož kola urazí každé jinou vzdálenost? Například by se vnitřní kolo mohlo otáčet pomaleji než to vnější. Takhle třeba díky diferenciálu zatáčí automobil. Ale u vlaku to nejde, obě kola jsou totiž pevně spojená nápravou. Když se točí jedno kolo soukolí, tak se přesně stejně točí i to druhé.

Další možností je udělat jedno kolo menší než to druhé, pak za jednu otočku soukolí urazí menší kolo kratší vzdálenost (obr. 2). To je výborné na zatáčení, ale zase takové soukolí doslova nemůže jet rovně.

Možná vás napadlo, že by bylo dobré mít po rovině obě kola stejně velká, a pak do zatáčky to vnitřní o něco zmenšit. Možná vás také napadlo, že to je hloupost, že kola takhle měnit velikost nemůžou. Ale to byste se mýlili! Tedy alespoň v tom, že je to hloupost.

Kola vlaku totiž nejsou válcová, nýbrž kuželovitá. To nic nezmění, dokud vlak jede po rovině (obr. 3a), ale jakmile vjede do zatáčky, tak



Obr. 2: Zatačející soukolí s jedním větším kolem než druhým

setrvačnost vytlačí nápravu směrem ven ze zatáčky, a to způsobí, že průřez nad kolejnicí má u vnějšího kola větší průměr než u vnitřního kola (obr. 3b). To funguje v podstatě stejně, jako kdyby bylo vnější kolo větší než to vnitřní, a tak vlak zatočí. Po průjezdu zatáčkou se náprava vrátí do původní pozice, oba průřezy mají zase stejný průměr a vlak pokračuje rovně.



(a) Přímá dráha. U obou kol jsou stejné velké průřezy l

(b) Zatáčka. Průřez u levého kola je menší než u pravého kola, $l_1 < l_2$

Obr. 3: Soukolí vlaku při jízdě po rovince a do zatáčky

Tento princip drží vlak na kolejích za všech okolností, ať už jede nepřilíš prudkou zatáčkou, nebo po rovince. Pokaždé, když se vlak vychýlí z kolejí, tak se průřez u správného kola zvětší a vlak se vrátí zpět do rovnováhy. Proto je z pohledu vlaku vlastně jedno, jestli koleje vedou do zatáčky nebo rovně, vždycky se drží na kolejích, a proto se prý odborně nazývají zatáčky na kolejích „oblouky“.

Za domácí úkol si můžete rozmyslet, co by se stalo, kdyby byla kola vlaku na nápravě opačně, tedy menší konce komolých kuželů dovnitř a větší ven. Správnou odpověď najdete ve videu „Jak zatačí vlak“ na YouTube kanálu „Na ubrousek“ [1].

Literatura

[1] Šubert, E.: *Jak zatačí vlak?* Na ubrousek, 2016
<https://eduardsubert.com/jak-zataci-vlak>.