

Rozhledy matematicko-fyzikální

Eduard Šubert

Jak zatočit s vikláním stolu

Rozhledy matematicko-fyzikální, Vol. 94 (2019), No. 3, 15–17

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/147893>

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*.



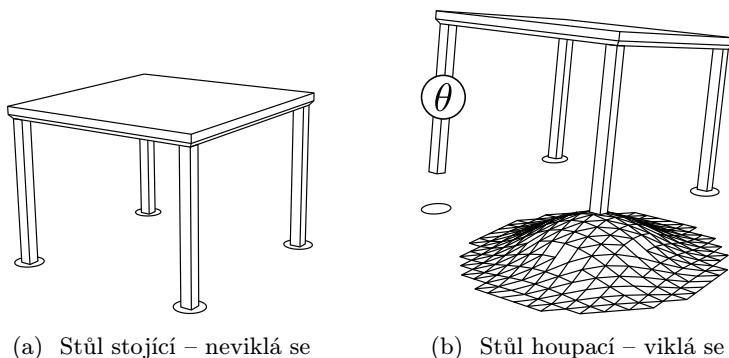
This document has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ: The Czech Digital Mathematics Library* <http://dml.cz>

Jak zatočit s vikláním stolu

Eduard Šubert, Praha

Představte si, že sedíte v kavárně, přemýšlíte o matematické analýze, popijete espresso, když v tom se vám pod rukou celý stůl zhoupne a šálek se rozlije!

Vyklání stolu je hrozná věc, ale naštěstí existuje jednoduchý způsob, jak se ho zbavit, tedy za dodržení jistých předpokladů. Pomůžeme si jak jinak než matematickou analýzou.

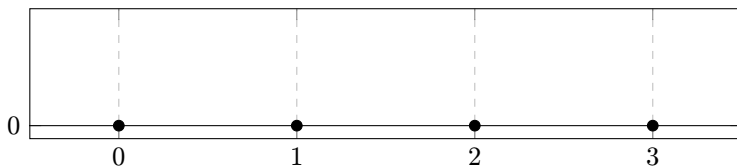


Obr. 11: Rozdíl mezi stolem, který se neviklá a stolem, který se viklá

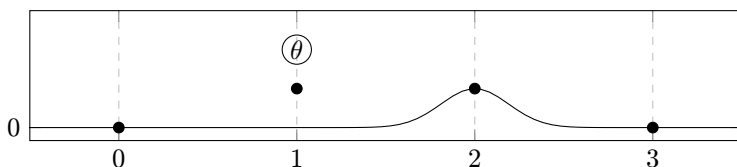
Budeme předpokládat, že stůl má všechny čtyři nohy stejně dlouhé, tedy že viklání způsobuje nerovná podlaha. Příklad takové situace je na obr. 11b. Abychom mohli studovat, co se s nohama stolu děje, vyrobíme si takový hezký graf. Představte si, že rozbalíme nohy i se stranami stolu a podlahou do roviny, čtyřmi body si označíme konce nohou a křivkou podlahu. Například stůl z obr. 11a reprezentuje graf na obr. 12a a stůl z obr. 11b reprezentuje zase graf na obr. 12b.

A teď konečně k řešení viklání. Předpokládáme, že se tři nohy stolu budou vždy dotýkat podlahy. Aby se stůl viklal, musí být čtvrtá noha ve vzduchu, tu si označíme jako nohu θ . Když otočíme stolem kolem jeho středu proti směru hodinových ručiček, posunou se body v našem grafu doprava. Zatímco stolem otáčíme, přibližuje se noha θ k podlaze,

až se jí v nějakou chvíli dotkne. Pokud bychom teoreticky otáčeli stolem dál, dostala by se noha θ pod povrch podlahy! Předpokládali jsem přeci, že ostatní tři nohy se podlahy stále dotýkají, noha θ tedy nemá jinou možnost než zmizet pod podlahou.



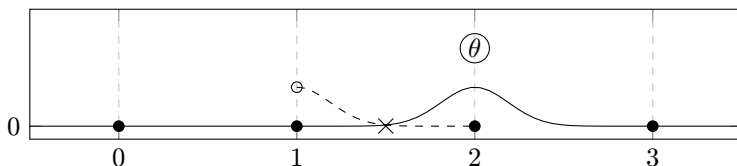
(a) Graf stojícího stolu – neviklá se



(b) Graf houpacího stolu – viklá se

Obr. 12: Příklad grafu stolu

Nyní vstupuje do hry matematická analýza. Podívejte se na křivku, kterou opsala špička nohy θ (obr. 13). Pokud je podlaha spojitá, je i tato křivka spojitá a navíc začíná nad podlahou a končí pod podlahou.



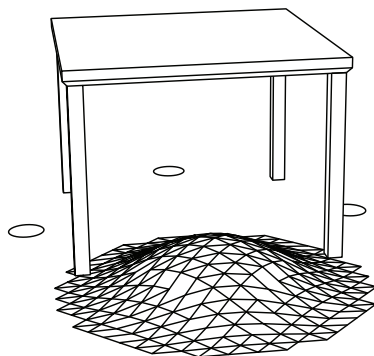
Obr. 13: Graf houpacího stolu po otočení o $\frac{\pi}{2}$

Jedna ze základních vět matematické analýzy říká:

Věta. *Nechť $a, b \in \mathbb{R}$, $a < b$ a funkce f je spojitá na uzavřeném intervalu $[a, b]$. Pokud platí $f(a) > 0$ a současně $f(b) < 0$, pak existuje $c \in (a, b)$ takové, že $f(c) = 0$.*

To znamená, že se na každé spojitě podlaze musí noha θ v průběhu otáčky o $\frac{\pi}{2}$ dotknout podlahy, to je ten bod, ve kterém se funkční hodnota

rovná nule. No a v tu chvíli se stůl přestane viklat. Je to matematicky garantované.



Obr. 14: Po otočení o vhodný úhel se už stůl neviklá. Všechny čtyři nohy se dotýkají podlahy

Takovéhle otočení nás ale bohužel nezachrání vždy. Hned na začátku jsme předpokládali, že viklání způsobuje nerovná podlaha, ne nestejně dlouhé nohy stolu. Pokud má stůl jednu nohu krátkou, otočení vám možná nepomůže. Také jsme předpokládali, že je podlaha spojitá. Tedy například na různě vysokých dlaždicích vám otočení také nemusí pomoci.

Možná si teď říkáte, že tohle je jen teoretická matematika, že stůl definovaný čtvercem je příliš abstraktní na to, aby něco poradil o našem fyzickém světě. Tak přesně pro vás přikládám do referencí článek, ve kterém autoři studují vedle našeho „matematického stolu“ i „skutečný stůl“ [2]. (Článek je v angličtině.)

Nakonec pokud byste si přáli na vlastní oči vidět zastavení viklání stolečku, který se vejde do dlaně, podívejte se na video na mém YouTube kanále „Jak zatočit s vikláním stolu!“ [1].

Literatura

- [1] Šubert, E.: *Jak zatočit s vikláním stolu*. Na ubrousek, 2017. <https://eduardsubert.com/jak-zatocit-s-viklanim-stolu/>
- [2] Baritomba, B., Löwen, R., Polster, B., Ross, M.: Mathematical table turning revisited. *Math. Intell. J.*, roč. 29 (2007), č. 2, s. 49–58.