

Rozhledy matematicko-fyzikální

Leontýna Šlégrová; Jan Šlégr

Věda vs. konspirace: K čemu vlastně důkazy?

Rozhledy matematicko-fyzikální, Vol. 100 (2025), No. 1, 54–61

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/153140>

Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 2025

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>

Věda vs. konspirace: K čemu vlastně důkazy?

*Leontýna Šlégrová, Jan Šlégr**Přírodovědecká fakulta Univerzity Hradec Králové*

Abstrakt. Zejména s rozmachem sociálních sítí se na Internetu stále častěji setkáváme s různými konspiračními teoriemi. V tomto seriálu si ukážeme, že i když diskuse s jejich zastánci je naprosto zbytečná, může kritický rozbor jejich „argumentů“ posloužit jako užitečné cvičení v kritickém myšlení a jako ukázka toho, jak funguje vědecká metoda. V prvním díle našeho seriálu se podíváme na teorii ploché Země.

Úvod

Konspirační teorie je přesvědčení, že určité události nebo situace jsou výsledkem tajného spiknutí mocných skupin, které pravdu úmyslně skrývají před veřejností. Všechny tyto teorie mají společný základ v tvrzení, že běžně uznávaná vysvětlení chování světa kolem nás jsou nepravdivá nebo manipulovaná („mainstream nám lže!“), a údajně existuje skrytá pravda známá jen vyvoleným. Typickými znaky jsou nedůvěra vůči autoritám, odmítání vědeckých důkazů, hledání souvislostí tam, kde nejsou, a přesvědčení o záměrné manipulaci ze strany mocných skupin. Z psychologického pohledu jsou tyto teorie přitažlivé proto, že poskytují jednoduchá vysvětlení komplikovaných nebo chaotických událostí, pomáhají lidem cítit se výjimečně (znají „skutečnou pravdu“) a snižují pocit nejistoty a bezmoci v nepřehledném světě.

Konspirační teorie si můžeme představit jako cheaty v počítačových hrách: Buď hraje bez cheatů, což může být náročné a vyžaduje to čas i úsilí (v reálném světě to znamená třeba pečlivě studovat přírodní vědy), nebo použijeme cheat, zkratku – například video, které během několika minut nabízí jednoduché vysvětlení složitého problému. Díky takovým zkratkám se pak lidé snadno stanou „odborníky na všechno“ – na očkování, přistání na Měsíci, chemtrails nebo plochou Zemí – aniž by měli hlubší znalosti. Typickým znakem zastánců konspiračních teorií bývá používání frází jako „Nebuď ovce!“, „Použij mozek!“ nebo „Vystup z řady!“, přestože sami často spoléhají na neověřené informace ze sociálních sítí nebo internetových videí, které přebírají bez kritického ověření.

Teorie ploché Země

Přesvědčení o tom, že je Země plochá, můžeme najít pouze u nejstarších civilizací. Myšlenka Země jako koule se objevuje už ve starověkém Řecku: Aristotelés ve svých dílech popsals důkazy kulatosti Země, například že karavany cestující na jih vidí jižní souhvězdí stoupající nad obzor nebo že stín Země na Měsíci během zatmění Měsíce je kulatý. Teorie ploché Země v moderním smyslu se pak objevuje až v 19. století. Samuel Rowbotham v roce 1849 zveřejnil výsledky svých pokusů, kdy měřil zakřivení vodní hladiny v dlouhých vodních kanálech, přičemž mu vyšlo, že je Země plochá. V roce 1885 vydal William Carpenter své stěžejní dílo *100 Proofs That The Earth Is Not A Globe* [1]. Je však třeba poznamenat, že velká část „důkazů“ v těchto knihách si je velmi podobná a často představuje ukázkový příklad argumentačního faulu známého jako zahlcení informacemi (angl. proof by verbosity nebo Gish gallop). Tato taktika spočívá v zaplavování oponenta množstvím tvrzení, která mohou být i zcela nepravdivá. Většinu těchto „důkazů“ lze navíc snadno vyvrátit pomocí základních znalostí fyziky na úrovni prvního ročníku střední školy [2], [3].

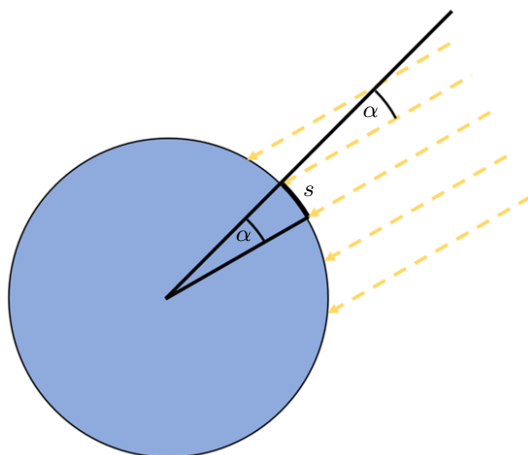
Ani tato skutečnost však neodrazuje některé internetové „osobnosti“, jako jsou Dominik Mrvík nebo Michal Shark, od vytváření fantastických vysvětlení a konstrukcí, když se snaží objasnit jevy, které na kulaté Zemi fungují přirozeně, avšak na ploché Zemi vyžadují zavádění celé řady komplikovaných předpokladů a hypotéz, aby se dospělo ke stejnému výsledku. Člověka by skoro napadlo, jestli by je nepřesvědčil nějaký jednoduchý experiment, který by například prokázal, že Země rotuje (jako je třeba Foucaultovo kyvadlo) nebo ze kterého by vyplývalo, že je Země kulatá.

Eratosthénovo měření

Eratosthenés z Kyrény byl řecký matematik, geograf a astronom, který žil ve 3. století př. n. l., a také hlavní knihovník Alexandrijské knihovny. Proslavil se tím, že jako první určil obvod Země s překvapivou přesností, a to pouze pomocí jednoduchých nástrojů a geometrických úvah.

Všiml si, že v městě Syene (dnešní Asuán v Egyptě) během letního slunovratu Slunce svítí přímo nad hlavou, takže předměty nevrhají žádný stín. V tu samou dobu v Alexandrii, která leží severně od Syene, však předměty stín vrhají. Tato rozdílná pozorování ho vedla k závěru, že

Země musí být zakřivená. Eratosthenés tedy během letního slunovratu v Alexandrii změřil úhel mezi stínem a svislicí a zjistil, že je přibližně $7,2^\circ$, což odpovídá jedné padesátině kruhu (360°). Z podobnosti trojúhelníků (obr. 1) pak odvodil, že vzdálenost mezi Syene a Alexandrií představuje jednu padesátinu obvodu Země. Věděl také, že vzdálenost mezi těmito dvěma městy je přibližně $s = 5\,000$ stadií (řecká jednotka délky). Tuto vzdálenost vynásobil 50 (protože $7,2^\circ$ je jedna padesátina z 360°), čímž dospěl k odhadu obvodu Země 250 000 stadií.



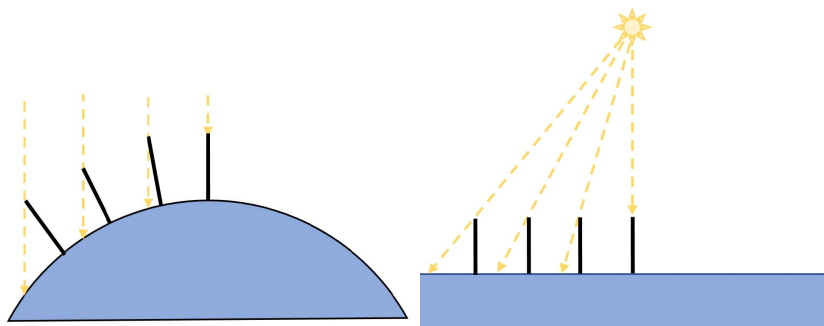
Obr. 1: Eratosthénovo měření poloměru Země

Tímto způsobem Eratosthenés dokázal s využitím jednoduchých pozorování a základní geometrie odhadnout obvod Země. Jeho práce je důkazem toho, jak mohou pečlivá pozorování vést k velkým objevům ve vědě. Dnes sice nevíme, kolik přesně jedno stadium měřilo, ale pokud přijmeme předpoklad, že to bylo 160 metrů, vyjde obvod Země s odchylkou menší než jedno procento!¹⁾

Je důležité si uvědomit, že délka stínu se na různých místech liší i v modelu ploché Země. Podle teorie ploché Země totiž Slunce není příliš vzdálené – obvykle se uvádí, že je několik tisíc mil daleko, což odpovídá přibližně 1 600 až 5 000 km. Klíčové však je, že délka stínu závisí na místě

¹⁾ Což je dost možná obyčejné štěstí, protože jak uvádíme výše, Eratosthenés vzdálenost měst pouze odhadl, navíc Syena a Alexandrie neleží na stejném poledníku a Syena navíc neleží přesně na obratníku raka.

pozorování (viz obr. 2). Na kulaté Zemi se délka stínu mění proto, že téměř paralelní paprsky z velmi vzdáleného Slunce dopadají na zakřivený povrch (obr. 2a).



Obr. 2a: Délka stínu na kulaté Zemi

Obr. 2b: Délka stínu na ploché Zemi

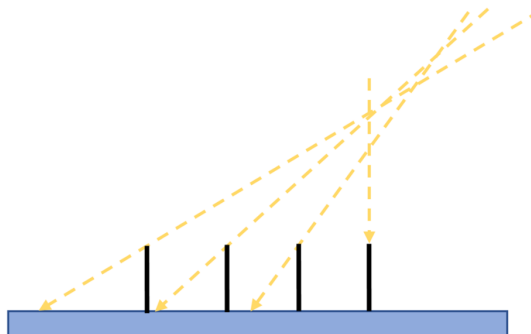
Délka stínu je funkcí zenitového úhlu α , který je roven rozdílu mezi zeměpisnou šířkou pozorovacího místa a zeměpisnou šířkou subsolárního bodu (místa na Zemi, kde je Slunce přímo v nadhlavníku (obr. 1)). Tento úhel je úměrný rozdílu zeměpisných šířek, ale délka stínu závisí na tangente tohoto úhlu

$$\text{Délka stínu} = \text{výška objektu} \times \operatorname{tg} \alpha.$$

Funkce tangens není lineární, což znamená, že délka stínu nezávisí lineárně na rozdílu zeměpisných šířek ani na vzdálenosti mezi dvěma místy. Zakřivení Země způsobuje, že malé změny v zeměpisné šířce vedou k nelineárním změnám v zenitovém úhlu a tím i v délce stínu.

Na ploché Zemi však délka stínu závisí přímo úměrně na vzdálenosti obou míst, která je na ploché Zemi z principu horizontální (obr. 2b). Délka stínu by rostla lineárně s vzdáleností od bodu přímo pod Sluncem, protože úhel dopadu slunečních paprsků by se měnil přímo úměrně s touto vzdáleností.

Navíc, kdybychom přijali teorii ploché Země, určení vzdálenosti Slunce by nebylo možné, pokud bychom k výpočtu použili data z více než dvou míst – dvě polopřímky směrem ke Slunci by se protnuly v jednom bodě, ale tři a více už ne (obr. 3). Proto zastánci teorie ploché Země vždy měří jen ze dvou míst (a proto jim také může vyjít cokoliv od 1 600 km do 5 000 km).

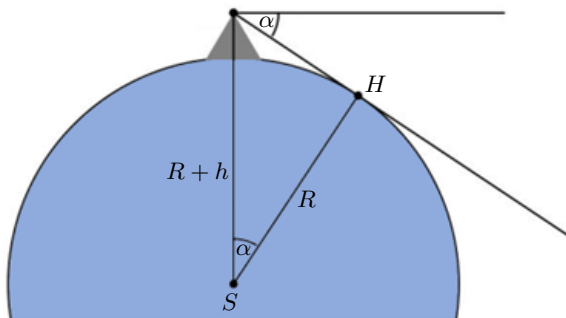


Obr. 3: Výsledek hypotetického měření vzdálenosti Slunce od ploché Země

Al-Bírúního měření obvodu Země

Abú Rajhán Al-Bírúní (973–1048) byl perský vědec, který žil na území dnešního Uzbekistánu. Zabýval se matematikou, astronomií, geografii a historií, přičemž proslul svou mimořádnou schopností spojovat teoretické poznatky s praktickými experimenty. Byl jedním z nejvýznamnějších učenců islámského zlatého věku a patřil k prvním, kdo zavedli vědecké metody měření ve fyzice a geografii.

Al-Bírúního metoda měření obvodu Země spočívala v pozorování horizontu z vrcholu hory poblíž pevnosti Nandana (dnešní Pákistán). Nejprve pomocí jednoduché trigonometrie určil výšku h této hory: změřil úhel, pod kterým vidí vrchol hory ze dvou vzdálených míst, jejichž vzdálenost znal. Poté z vrcholu téže hory změřil úhel α mezi horizontem a vodorovnou rovinou pomocí astrolábu. Pomocí trigonometrických výpočtů následně určil poloměr Země, a tím i její obvod.



Obr. 4: Al-Bírúního měření obvodu Země

Al-Bírúní dosáhl velmi přesných výsledků – jeho hodnota obvodu Země (přibližně 40 000 km) byla překvapivě blízká dnešním měřením (skutečný obvod je cca 40 075 km). Tento experiment je dodnes považován za vynikající příklad precizního uplatnění geometrie v přírodních vědách.

Další experimenty v teorii ploché Země

Přestože sami zastánci těchto teorií tvrdí, že své závěry zakládají na experimentování (když se podíváte na obzor, přece není zakřivený!), obvykle pouze opakují informace, které se někde dočetli a zapadají do jejich systému hodnot, takže je přijímají nekriticky. Pokud se rozhodnou svá tvrzení ověřit experimentálně, obvykle to pro ně nedopadne dobře. Je znám případ, kdy si zastánci teorie ploché Země koupili nesmírně drahý laserový gyroskop, aby jednou provždy dokázali, že Země nerotuje. K jejich překvapení přístroj ukázal úhlovou rychlost rotace patnáct stupňů za hodinu, kterou předpovídá „mainstreamová věda“ [4].

Zajímavá je i argumentace ohledně Foucaultova kyvadla, které rovněž jednoznačně dokazuje rotaci Země. Protože je Země rotující neinerciální soustava, působí v ní zdánlivá Coriolisova síla – když se objekt pohybuje po zakřiveném povrchu rotující planety, jeho dráha se zdánlivě odchyluje – na severní polokouli se odchyluje doprava, na jižní doleva. Tato síla mimo jiné způsobuje, že na severní polokouli se hurikány otáčejí proti směru hodinových ručiček a na jižní polokouli opačně.

Pokud necháme dostatečně dlouho kývat kyvadlo, zjistíme, že se jeho rovina kyvu vlivem Coriolisovy síly stáčí, přičemž pro periodu tohoto stáčení platí

$$T = \frac{23 \text{ h } 56 \text{ min}}{\sin \varphi},$$

kde 23 hodin a 56 minut je doba, za kterou se Země otočí do původní polohy vůči vzdáleným hvězdám (tzv. hvězdný den), a φ je zeměpisná šířka místa, kde je kyvadlo zavěšeno. Na pólech je tedy perioda tohoto stáčení jeden hvězdný den – můžeme si to představit tak, že kyvadlo se volně otáčí a pod ním se otáčí Země. Tento pokus byl mimo jiné proveden na polární výzkumné stanici poblíž jižního pólu [5]. Na rovníku by se rovina nestáčela (perioda vychází nekonečná), protože tam na kyvadlo Coriolisova síla nepůsobí (proto také nikdy žádný hurikán nepřekročil rovník). V teorii ploché Země však rovník nemá žádné výsadní postavení, je to myšlená kružnice na ploché mapě. Proč by tedy měl mít rovník vliv na to, na kterou stranu se bude rovina kyvu Foucaultova kyvadla stáčet?

Podle zastánců teorie ploché Země jsou proto veškerá Foucaultova kyvadla v muzeích, na hvězdárnách a v science centrech podvržená – obsahují totiž magnetické cívký (což je v některých případech pravda), které uměle stáčí rovinu kyvu tak, aby byla v souladu s tím, co předpovídá „teorie rotující Země“ (což pravda není). Cívký jsou někdy používány z důvodu kompenzace ztrát, pokud se má kyvadlo kývat po celou otevírací dobu instituce. I kdyby snad cívký stáčení roviny kyvu pomáhaly, rozhodně to nevysvětluje, proč Foucaultovo kyvadlo fungovalo Foucaultovi v roce 1851, Flammarionovi v roce 1902 a také autorům tohoto článku v roce 2019, přestože nikdo z nich magnetické cívký nepoužíval.

To všechno jsou ale zcela zbytečné úvahy, protože teorie ploché Země nedokáže vysvětlit ani takové věci, jako kde je Slunce, když zrovna nesvítí. Pokud totiž obíhá nad plochou Zemí, musí fungovat trochu jako lampička – svítit pouze v omezeném kuželi, pod kterým je zrovna den. To je další typický znak konspiračních teorií – jejich zastánci naprosto přesně vědí „co to není“ (Země není kulatá), ale buď odpověď na otázku „co to tedy je“ vůbec nemají, protože je nezajímá, nebo vytvářejí velmi náročné myšlenkové konstrukce, které však nepřezijí první setkání s Ockhamovou břitvou²⁾.

Závěr

Když dr. Grygar v roce 2009 prohlásil, že by ho nikdy nenapadlo, že se setká s člověkem, který by zpochybňoval přistání na Měsíci [6], nejspíš nepočítal s tím, že o pár let později bude diskutovat s oponentem, který popírá kulatost Země [7]. Od té doby získává teorie ploché Země čím dál větší popularitu, zejména na sociálních sítích (i když jistě pochybnosti o kulatosti Země někdy vyjadřují i vysocí státní úředníci [8]). Silnějším povahám autoři doporučují trojici videí [9], kde se zastánci této teorie diskutuje profesionální debatér Tim Kožuchov, kosmický inženýr Jan Lukačevič a kosmonaut Vladimír Remek (který s nimi popravdě řečeno moc nediskutoval, protože správně usoudil, že to nemá cenu).

Jakákoliv diskuse se zastánci ploché Země je totiž nemožná. Psychologové Everett, Faber a Crockett ukázali, že zastánci konspiračních teorií nezakládají své názory na racionálním posouzení objektivních faktů. V jejich konání hrají roli názory běžné v jejich sociální skupině, a pokud

²⁾Ockhamova břitva je nesmírně užitečný logický princip formulovaný již ve 14. století Williamem z Ockhamu. Jedna z možných formulací zní „Pokud pro nějaký jev existuje vícero vysvětlení, je lépe upřednostňovat to nejméně komplikované.“ Samozřejmě i z tohoto pravidla existují výjimky, ale v mechanice obvykle ne.

jsou vystaveni faktům, která nezapadají do jejich světónázoru, reagují často velmi emotivně, až agresivně [10].

Přesto však mají tyto teorie své místo např. ve výuce přírodních věd: Ukazují důležitost kritického hodnocení argumentů a zejména důležitost experimentu v hodnocení toho, co je např. z hlediska fyziky možné a co ne.

Literatura

- [1] Carpenter, W.: *One Hundred Proofs that the Earth is not a Globe*. Author, Baltimore, 1885.
- [2] Šlégr, J.: Teorie ploché Země ve výuce fyziky. In: *Veletrh nápadů učitelů fyziky 24 – Sborník příspěvků z mezinárodní konference* Univerzita Hradec Králové, Hradec Králové, 2019.
- [3] Břízová, L., Gerbec, K., Šauer, J., Šlégr, J.: Flat Earth theory: an exercise in critical thinking. *Physics Education*, roč. 53 (2018), č. 4, 045014.
- [4] Whalen, A.: *Flat Earthers Disprove Themselves in ‘Behind the Curve’*. Newsweek, 25. 2. 2019, <https://www.newsweek.com/behind-curve-netflix-ending-light-experiment-mark-sargent-documentary-movie-1343362>.
- [5] Bird, J., Town, M., Baker, R. A.: South Pole Foucault Pendulum. South Pole Station, zima 2001, <https://www.southpolestation.com/trivia/00s/southpolefoucault.html>.
- [6] Jakubcová, H.: Jiří Grygar: Pochybovat o přistání na Měsíci je drzost. Třebíčský deník, 9. 11. 2009, https://trebicky.denik.cz/zpravy_region/jiri-grygar-pochybovat-o-pristani-na-20091109.html.
- [7] Politika 24: *Bizarní diskuse: Je planeta Země placatá?! Vědec Grygar vs. konspirátor Bača!*. YouTube, Dostupné z: https://www.youtube.com/watch?v=qTSpe_S050A.
- [8] Slovenská ministryně kultury zpochybňuje kulatost Země, její úřad chce dávat prostor i teoriím o placaté Zemi. iDNES.cz, 30. 4. 2024, https://www.idnes.cz/zpravy/zahranicni/slovensko-ministryne-kultury-martina-simkovicova-lukas-machala-zemekoule.A240430_160752_zahranicni_dtt.
- [9] <https://www.youtube.com/@czeXperiment/videos>
- [10] Everett, J. A. C., Faber, N. S., Crockett, M.: Preferences and beliefs in ingroup favoritism. *Frontiers in behavioral neuroscience*, roč. 9 (2015), 126656.