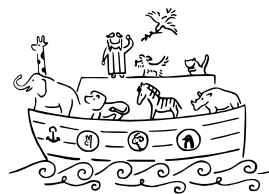


Úloha IX.3 ... Noe

10 bodů; průměr 4,00; řešilo 23 studentů

Podle Starého zákona Noe zachránil faunu před potopou tak, že postavil loď, do které naložil jeden pár od každého druhu zvířat. Odhadněte, jak těžká by tato archa byla. Hmotnost materiálu potřebného ke konstrukci lodi můžete zanedbat. Jaké rozměry by taková loď musela mít, aby nebyla příliš vysoká? Porovnejte se současnými nákladními loděmi.

Bonus Projela by Suezským průplavem?



Při řešení této úlohy se od nás neočekává dosazení do známých fyzikálních vzorečků, ale provedení odhadu hledané hodnoty pomocí námi vymyšlených postupů a výpočtů. Pokud se s takovým typem úlohy setkáváte poprvé, principy odhadování a práce se zdroji informací jsou už popsány ve vzorovém řešení třetí úlohy letošní první prázdninové série.¹

Již nyní můžeme konstatovat, že náš odhad se bude od parametrů *skutečné* biblické Noemovy archy zásadně lišit – při našem výpočtu zanedbáváme hmotnost materiálu potřebného ke konstrukci lodi, vodu a potraviny, které by zvířata potřebovala k přežití, či klece, které by zajistily hladké soužití mezi jednotlivými zvířecími druhy.² Pokud bychom měli za úkol odhadnout opravdové rozměry Noemovy archy, tyto údaje bychom byli nuceni vzít v potaz, naším úkolem je však pouze odhadnout velikost a hmotnost archy, která je naložena páry od všech živočišných druhů. V následujících výpočtech se tak budeme věnovat pouze jim.

Druh (anglicky *species*) je z biologického hlediska taxonomická jednotka, která označuje nejhlubší a nejpodrobnější členění organismů a určuje jejich dvouslovný vědecký název, například slon indický. Už nyní je tak zřejmé, že sčítat rozměry jednotlivých párů od každého druhu je zcela určitě nad naše síly a budeme si muset náš výpočet zjednodušit. Zavedeme si proto *jednotku* průměrného živočicha, se kterou budeme dále počítat.

Z dat nejnovějšího vědeckého výzkumu³ týkajícího se počtu druhů rostlin a živočichů na souši a ve vodě můžeme spočítat, že na Zemi v současnosti žije $9\,920\,000 \pm 968\,900$ zvířecích druhů. Je zřejmé, že v době, kdy žil Noe (tedy přibližně 2 000 let př. n. letopočtem) žilo druhů více, řádově jsou však počty vyhynulých druhů⁴ výrazně nižší, než je nejistota celkového počtu živočichů, pro náš výpočet jsou tak tyto druhy zanedbatelné.

Mezi našimi živočichy najdeme druhy vážící několik desítek gramů i plejtváka obrovského, který může dosahovat hmotnosti 150 000 kg. Z poměru vah jednotlivých říší zvířat⁵ můžeme odhadnout, že za průměrné zvíře, co se týče hmotnosti a rozměrů, můžeme považovat středně velkého savce, například ovci. Ta váží přibližně⁶ 100 kg, váha Noemovy archy se všemi živočišnými páry by tak dle našeho odhadu byla $(1,98 \pm 0,97) \cdot 10^9$ kg. Je ovšem zřejmé, že nejistota je větší, například právě kvůli absenci výpočtu průměrné hmotnosti živočišného druhu, za kterou jsme pouze dosadili hmotnost ovce, protože výpočet by byl mimo možnosti tohoto řešení. Vidíme také, že nejistota je poměrně velká, například v poměru vůči tomu, s jakými nejistotami se setkáváme u experimentálních úloh ve Výfuku, a náš odhad se tedy pohybuje v širokém in-

¹https://vyfuk.mff.cuni.cz/_media/ulohy/r10/s8/priklad8-3.pdf

²Dále vyvstávají otázky týkající se samotného výkladu Bible, naložil například Noe i mořské živočichy, kteří potopu mohli přežít i bez jeho záchrany?

³<https://journals.plos.org/plosbiology/article?id=10.1371/journal.pbio.1001127>

⁴<https://ourworldindata.org/extinctions>

⁵<https://www.pnas.org/content/115/25/6506>

⁶<https://en.wikipedia.org/wiki/Sheep>

tervalu. V jeho přesnějším určení nám však brání především limity našeho vědeckého poznání, v tomto případě určení přesného počtu druhů na planetě.

V Bibli jsou rozměry⁷ Noemovy archy uvedeny jako 135 m, 22,5 m a 13,5 m. Bylo již odhadnuto,⁸ že taková loď, vyrobená ze stejného materiálu, jak příběh o Noemově arše uvádí, by unesla hmotnost 50 540 000 kg, což je řádově nižší, než náš odhad hmotnosti nákladu. Pokud by tak archa musela nést přibližně čtyřicetkrát větší hmotnost a musela mít přibližně čtyřicetkrát větší objem, její rozměry by byly (443 ± 77) m (74 ± 13) m a $(44,5 \pm 7,5)$ m. To jsou rozměry srovnatelné s velikostí dnešních nákladních lodí – ta největší má v současnosti délku 458 m⁹. Suezským průplavem, kde je přípustná šířka lodi 77,5 m¹⁰ by naše archa pravděpodobně proplout mohla.¹¹

Jak jsme si již uvědomili na začátku, náš odhad rozměrů Noemovy archy nemá s rozměry realistické archy mnoho společného. V našem odhadování také máme velké množství chyb, ať už se jedná o chyby odborného odhadu počtu druhů zvířat či o chyby našeho výpočtu, jako se tomu stalo u hrubého odhadování rozměrů průměrného zvířete, výsledná nejistota našeho odhadu je tak poměrně velká. Rozměry biblické lodi již byly v minulosti kalkulovány, zajímavé shrnutí i s odpověďmi na otázky týkající se výkladu biblického příběhu jsou k nalezení například zde: <https://ncse.ngo/impossible-voyage-noahs-ark#Sizing%20Up%20the%20Load>.

Karolína Letochová
kaja@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/>.

⁷https://cs.wikipedia.org/wiki/Noemova_archa

⁸<https://smithsonianmag.com/science-nature/could-noahs-ark-float-theory-yes-180950385>

⁹https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_longest_ships

¹⁰https://en.wikipedia.org/wiki/Suez_Canal

¹¹Ale to by si ho nejdřív Noe musel vykopat.