

Úloha III.2 ... Středozevní moře

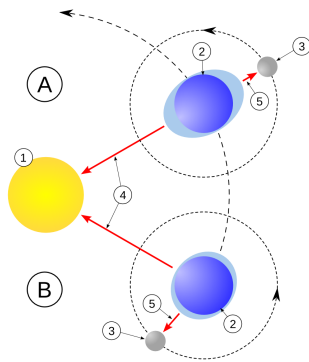
2 body; průměr 1,68; řešilo 65 studentů

Jak rychle v průměru teče voda Gibraltarským průlivem, když umožňuje střídání přílivu a odlivu ve Středozevní moři? Potřebné údaje si najdete na internetu a nezapomeňte citovat!

Lukáš byl překvapen výškou přílivu.

Slapové jevy (tedy příliv a odliv) vznikají v důsledku působení tzv. slapových sil, které jsou druhotným efektem gravitační síly.

Nejjednodušší model je na obrázku 1. Situace A představuje tzv. skočné dmутí, kdy Slunce, Měsíc a Země jsou v jedné přímce, a výška přílivu, resp. odlivu, je vyšší než v případě situace B, tzv. hluchého dmутí. Z obrázku je patrné, že slapové síly Slunce jsou slabší než slapové síly Měsíce.



Obr. 1: Slapové jevy. A – skočné dmутí, B – hluché dmутí.

Zdroj: http://cs.wikipedia.org/wiki/Slapové_jevy.

Rozloha Středozevního moře¹ je asi $2,6 \cdot 10^{12} \text{ m}^2$, přičemž změna rozlohy mezi přílivem a odlivem je zanedbatelná. Průměrná hloubka Gibraltarského průlivu² je 365 m, široký je (odhadneme např. z mapy) asi 15 km. Vynásobením dostaneme průřez asi $5,5 \cdot 10^6 \text{ m}^2$.

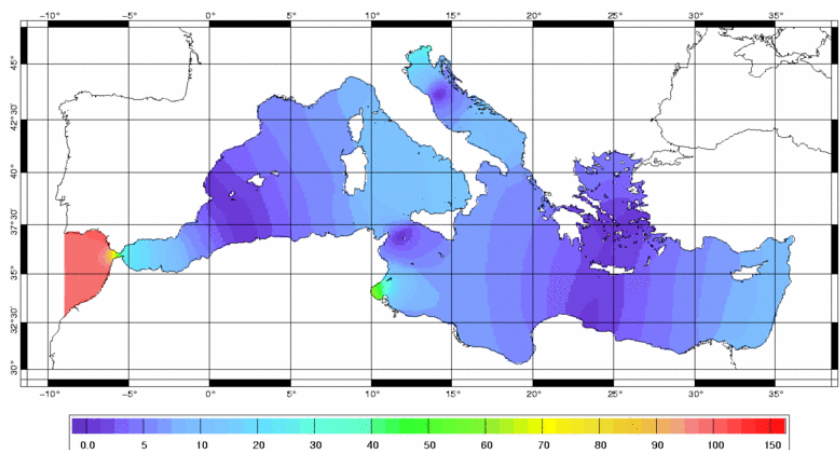
Budeme předpokládat, že k přílivu a odlivu dochází pouze s dvojnásobkem frekvence odpovídající průchodu Měsíce nad příslušným poledníkem, tj. každých 12 hodin 25 minut a 14 sekund, tedy zanedbáme vliv Slunce. Předpokládejme, že příliv nastává na celé ploše Středozevního moře v jeden okamžik a rozdíl mezi výškou hladiny při přílivu a při odlivu odhadneme dle mapy na obrázku 2 na 20 cm (je-li průměrná amplituda 10 cm, pak rozdíl mezi maximem a minimem je dvojnásobek). Vynásobením plochy vodní hladiny a této výšky zjistíme, že od odlivu do přílivu (tedy za polovinu periody, tj. za asi 6 hodin 12 minut) se objem vody ve Středozevní moři zvedne o $5,2 \cdot 10^{11} \text{ m}^3$. Průměrný průtok Gibraltarským průlivem by pak byl asi $2,3 \cdot 10^7 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Zajímá nás průměrná velikost rychlosti vody, tu dostaneme vydělením průměrného průtoku průřezem a dostaneme asi $4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

Pokusme se dále alespoň kvalitativně popsat některá zjednodušení, která jsme v odhadu udělali. Kvantitativní vyjádření těchto jevů by však bylo obtížné, jedinou možností by byla numerická simulace.³

¹http://cs.wikipedia.org/wiki/Středozevní_moře

²<http://www.britannica.com/EBchecked/topic/233262/Strait-of-Gibraltar>

³Podrobnější výpočet najdeme např. na <http://www.pik-potsdam.de/news/public-events/archiv/>

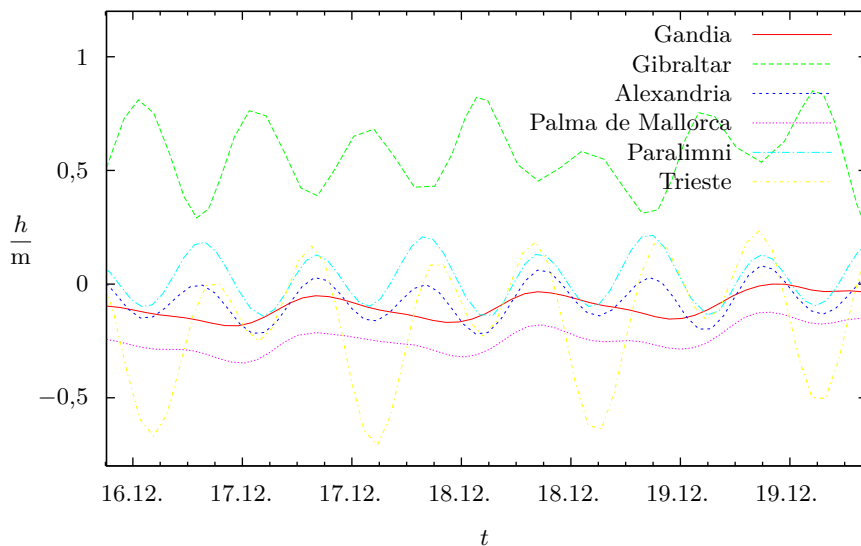


Obr. 2: Průměrné amplitudy přílivu na různých místech Středozemního moře. Zdroj: <http://www.avisioceanobs.com/en/applications/ocean/tides/tides-around-the-world.html>.

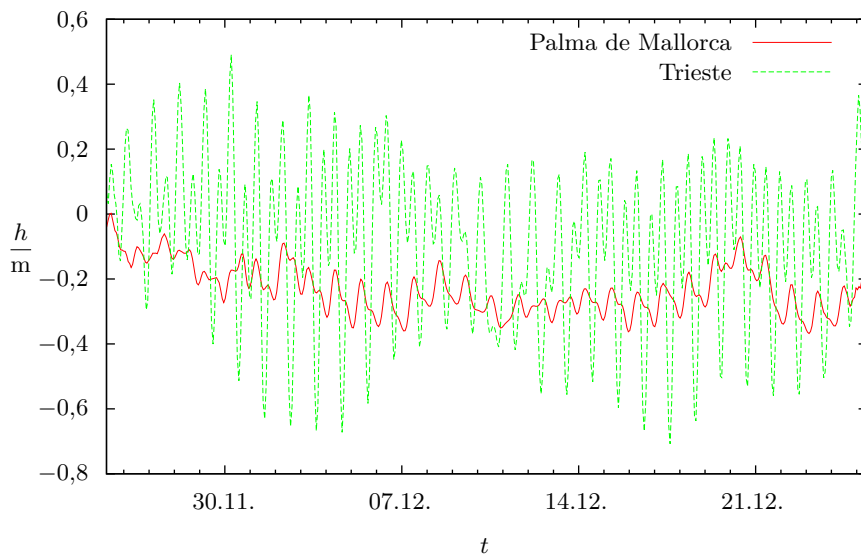
Prvním zjednodušením byl předpoklad, že příliv nastává na všech místech Středozemního moře v jeden okamžik. Rozdíl zeměpisné délky nejvýchodnějšího a nejzápadnějšího bodu Středozemního moře je (např. dle mapy na obrázku 2) asi 37° . Proto v případě, kdy uvažujeme pouze působení Měsíce (tedy rozdíl zeměpisných délek místa s přílivem a odlivem je 90°), nikdy nenastane situace, že by v celém Středozemním moři byl příliv. Bude-li na jednom konci příliv, na druhém konci bude hladina přibližně odpovídat výšce mezi přílivem a odlivem. Na obrázku 3 je závislost výšky vodní hladiny v čase pro několik různých míst Středozemního moře. Můžeme si povšimnout, že rozdíl fáze (tedy vzájemný časový posun maxim) mezi stanicemi Alexandria (Egypt) a Paralimni (Kypr) je malý, jejich zeměpisné šířky jsou blízké, kdežto je-li na Kypru příliv, na druhém konci Středozemního moře, v Gibraltaru, je odliv. Voda se tedy v rámci Středozemního moře přesouvá, a tudíž průtok Gibraltarským průlivem je značně menší než výše odhadnutý.

Na obrázku 3 si též můžeme povšimnout další skutečnosti, kterou jsme při odhadu nebrali v potaz. Příliv a odliv se neprobíhají vždy s frekvencí asi 12,5 nebo 12 hodin, nicméně též s frekvencí 24 hodin. Například na stanici Gandia (Španělsko) je perioda jednoho dne dobře viditelná. Na Mallorce jsou v závislosti dobře patrné obě složky – denní i půldenní. Na obrázku 4 vidíme závislost výšky hladiny na dvou místech po delší časový interval. Na obou spatřujeme kromě půldenní periody i periodu denní. Z grafu je též patrné, že amplituda půldenních slapových

greencyclesii/programme/18.5.2011/artale/Tidal-exchange-gibraltar-strait.pdf



Obr. 3: Časová závislost výšky přílivu na několika místech Středozemního moře koncem roku 2013. Zdroj dat: <http://www.ioc-sealevelmonitoring.org>.



Obr. 4: Časová závislost výšky vodní hladiny během jednoho měsíce koncem roku 2013.

jevů je menší než denních a během měsíce se mění.

Tomáš Pikálek
pikos@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/>.