

Slunce, Měsíc a mořské dmutí

Přílivy a odlivy vypovídají o působení sil bez nadsázky kosmických

Marek Křížek

Mont-Saint-Michel u pobřeží Normandie se při maximálním přílivu stává ostrovem a ztrácí spojení s pevninou. Foto: Cathguerin, licence CC BY-SA 4.0.



Příliv a odliv – neboli mořské dmutí – je velmi zvláštní jev, při kterém se v určitých periodách mění výška mořské hladiny. Tento na první pohled tajemný úkaz, kdy voda jakoby z ničeho nic ustupovala nebo se naopak rozlévala, odjakživa přitahoval pozornost přímořských národů. Dávno před tím, než Isaac Newton formuloval svůj gravitační zákon, lidé odhalili souvislost přílivu a odlivu s Měsícem a Sluncem, respektive s jejich pozicemi na obloze. Třeba Plinius Starší už přede dvěma tisíci lety popsal, že za úplňku a za novu je příliv větší (dnes jej označujeme jako skočný), kdežto v první a poslední čtvrti Měsíce

je menší (dnes jej nazýváme hluchý). Tento antický vzdělanec si také všiml, že se liší výšky přílivů v různých mořích.

Na rozluštění záhady, jaké síly nutí mořskou hladinu k pravidelným změnám, si však lidé museli ještě dlouho počkat. K objasnění jevu přispěla celá plejáda učenců – mimo jiné Koperník, Kepler, Bernoulli, Euler, Laplace nebo zmíněný Newton. Ukázalo se, že mořské dmutí má daleko širší souvislosti, než mohl Plinius Starší vůbec tušit. Pokusme se tedy poodhalit některá tajemství, která se k přílivu a odlivu vážou.

SLAPY, ALE NE TY NA VLTAVĚ

Při mořském dmutí se deformuje vodní masa oceánů, a tedy i tvar jejich hladiny. Deformaci vyvolávají takzvané slapové síly. Ty jsou výsledkem jednak gravitačního působení Měsíce a Slunce, jednak odstředivé síly, která vzniká při oběhu Země kolem společného těžiště s Měsícem. Slapové působení Měsíce je kvůli jeho malé vzdálenosti od Země asi 2,2× větší než v případě Slunce, takže je pro pozemské slapové jevy rozhodující. Kvůli zjednodušení se proto vliv Slunce často zanedbává.

Slapy nepůsobí jen na vodu v oceánech, ale na celou Zemi. Pak bychom tedy

měli pozorovat i deformace jiných částí Země, než jsou oceány. A opravdu: slapové síly deformují například atmosféru, nebo dokonce pevný zemský povrch, u něhož dochází ke svislým zdvihům až o 30 centimetrů.

V RYTMU LUNÁRNÍHO DNE

Základní cyklus kolísání mořské hladiny má periodu 24 hodin 50 minut. Během této doby se zpravidla vystřídají dva přílivy a dva odlivy – pak mluvíme o půldenním dmutí. Délka periody odpovídá takzvanému lunárnímu dni, což je doba, za kterou se Měsíc dostane do stejné pozice nad totožné místo na povrchu Země. Lunární den trvá déle než otočka Země kolem vlastní osy. Zatímco se totiž naše planeta jednou otočí, Měsíc se na své oběžné dráze posune. Země se proto musí otočit o více než 360°, aby byl Měsíc zase nad stejným místem na jejím povrchu.

Je to podobné, jako kdybyste se točili na kolotoči a váš kamarád by pomalu chodil kolem něj ve směru otáčení. Na začátku budete vedle sebe. Vy pak na kolotoči uděláte otočku o 360°, ale kamarád mezitím o pár metrů popojde. Nezbyde vám tedy nic jiného než se otočit ještě o kousek víc, abyste se znovu dostali vedle něj.

PROMĚNLIVOST DMUTÍ

Mořské dmutí není na konkrétním místě stále stejné – výška přílivu a odlivu se mění. Proč? První příčinou jsou změny ve vzájemných pozicích Slunce, Měsíce a Země. V úvodu článku jsme si řekli, že největší dmutí nastává za úplňku a za novu. Tehdy totiž Slunce a Měsíc leží zhruba na jedné přímce se Zemí a jejich gravitační vlivy se navzájem posilují. Velkou roli hraje také vzdálenost Měsíce od Země. V nejbližším bodě své eliptické oběžné dráhy (nazývaném přízemí) je od nás Měsíc 356 000 km daleko, kdežto v protilehlém bodě (odzemí) se vzdaluje na 407 000 km. V přízemí je přitom jeho slapové působení až o 40 % silnější než v odzemí! Na velikost dmutí má vliv i mnoho dalších faktorů.

Liší se rovněž počet přílivů a odlivů během lunárního dne. Jak jsme si řekli, obvykle jsou dva přílivy a dva odlivy. Na některých pobřežích vás ale může překvapit, že za oněch 24 hodin 50 minut přijde pouze jeden příliv a jeden odliv. Pro takovou situaci používáme termín jednodenní dmutí. V určitých oblastech dokonce nastávají někdy dva přílivy a odlivy, zatímco jindy jeden příliv a odliv (smíšené dmutí). Příčinou tohoto zdánlivého chaosu je měnící se poloha Měsíce vzhledem k rovině zemského rovníku.

KDYŽ ŘEKA TEČE PROTI PROUDU

Naše povídání jsme začali postřehem Plinia Staršího, že různá moře mají odlišné výšky přílivů. Například ve Středozemním moři jsou přílivy menší než na evropských březích Atlantiku nebo Severního moře. Nejvyšší teoretická výška přílivu činí 0,8 metru. Přesto jsou na Zemi místa, kde výška přílivů přesahuje 10 metrů – třeba zátoka St. Malo ve Francii, záliv Fundy v Kanadě či Bristolský záliv ve Velké Británii. Může za to tvar pobřeží a mořského dna. Z otevřeného oceánu zde vodní masa směřuje k pevnině a trychtýřovitý tvar zálivů způsobuje, že dané množství vody se musí vejít do stále menšího a menšího prostoru. Přílivová vlna tak postupně narůstá.

V uzavřených mořích typu Středozemního nebo Baltského jsou projevy mořského dmutí malé. Velmi nápadné jsou zato u velkých řek ústících do moří se silným dmutím. U nich lze během přílivu pozorovat vodu, která teče proti proudu řeky. Nejznámějším případem je Amazonka. Přílivová vlna zvaná pororoca tu dosahuje výšky až 5 metrů a postupuje až 850 km do vnitrozemí. Většinou se ale říční hladina zvedá pozvolna, neboť hustší mořská voda proniká do řeky ve spodních částech vodního sloupce – jako třeba na Labi, kde se příliv projevuje ještě 150 km před ústím. ●

