

Na čem pracujeme: Náraz sondy DART do měsíčku Dimorphos zpomalil rotaci planety Didymos

14.4.2026 - Michal Švanda | Astronomický ústav AV ČR

Srážka sondy DART s měsíčkem Dimorphos byla historickým experimentem planetární obrany. Cílem bylo otestovat, jak se změní oběžná doba tohoto tělesa. Nová studie, na níž se podílel i Petr Pravec z ASU ukazuje, že její dopady sahají ještě dál, než se čekalo - neovlivnila totiž jen oběžnou dráhu měsíčku, ale dokonce i rotaci samotného mateřského tělesa Didymos. Jak je to možné?

V posledních desetiletích se otázka ochrany Země před potenciálně nebezpečnými planetkami přesunula z oblasti teoretických úvah do sféry konkrétních experimentů. Jedním z nejvýznamnějších kroků v tomto směru byla mise DART (Double Asteroid Redirection Test), realizovaná americkou agenturou NASA. Jejím cílem bylo prakticky ověřit, zda lze dráhu malého kosmického tělesa změnit pomocí kinetického nárazu - tedy jednoduchým „štouchnutím“ poměrně malé sondy do mnohem větší planety vysokou rychlostí. Cílovým systémem se stal binární asteroid (65803) Didymos a jeho menší průvodce Dimorphos. Sonda do tělesa narazila 26. září 2022. Připomeňme, že obě tělesa mají průměry několik stovek metrů (Didymos asi 780 m, Dimorphos asi 150 m), přičemž impaktor měl hmotnost pouhých 600 kg, jde tedy doslova o náraz komára do krávy. A přesto se kráva pohnula.

Binární planety představují mimořádně cenné laboratoře pro studium dynamiky malých těles Sluneční soustavy. Díky vzájemnému oběhu dvou složek lze určovat jejich hmotnosti, tvary a odhadnout i jejich vnitřní strukturu. V případě systému Didymos-Dimorphos navíc šlo o ideální testovací objekt: změnu oběžné periody menšího tělesa po nárazu sondy jsme mohli relativně snadno měřit ze Země pomocí fotometrie.

První výsledky mise DART potvrdily očekávání - oběžná doba Dimorphu se zkrátila zhruba o 33 minut. To byl jasný důkaz, že kinetický impaktor může být účinnou metodou planetární obrany. Otevřela se však další otázka: mohl náraz ovlivnit i samotné primární těleso Didymos? Právě na tuto otázku se zaměřuje představovaný článek publikovaný v časopise *The Planetary Science Journal*, na němž se podílel i Petr Pravec z ASU.

Studie cílila na detekci změny rotační periody hlavní planety Didymos v důsledku nárazu sondy DART do jejího měsíčku Dimorphos. Zatímco změna oběžné dráhy Dimorphu byla očekávaná a relativně snadno měřitelná, změna rotace primárního tělesa je jemnější efekt, který vyžaduje sofistikovanou analýzu dostupných dat.

Základním datovým zdrojem byla dlouhodobá fotometrická pozorování systému Didymos-Dimorphos, pokrývající období od roku 2003 až do roku 2023. To znamená, že autoři pracovali s daty získanými během šesti pozorovaných návratů planety k Zemi. Takto rozsáhlý dataset je klíčový, protože umožňuje velmi přesně určit rotační periodu před impaktem i po něm. Práce je postavena na analýze světelných křivek. Ty vznikají měřením změn jasnosti planety v čase, které jsou způsobeny její rotací a nepravidelným tvarem. V případě binárního systému je však situace komplikovanější, protože pozorovaný signál je kombinací příspěvků obou těles. Navíc těsně po impaktu byl systém obklopen prachem vyvrženým při srážce. Sluneční záření rozptýlené na této prachové obálce by zkreslovalo měření jasnosti tělesa a mohlo by vést k chybným závěrům. Autoři proto použili pouze data před impaktem, a pak až od konce října 2022, kdy se vliv prachu stal zanedbatelným.

Autoři si v analýze pomohli komplexnějším přístupem, kdy součástí výpočtu bylo určení modelu tvaru planety. K tomu byla využita dobře propracovaná metoda inverze světelných křivek s předpokladem konvexního modelu, tedy takového, v němž nejsou přítomny žádné prohlubně. Tento model byl nezbytný pro přesné určení rotační periody, protože tvar tělesa ovlivňuje amplitudu i průběh světelné křivky. Autoři nezávisle invertovali světelné křivky pořízené před impaktem a po něm. Výsledky ukazují mimořádně vysokou přesnost: předimpaktní perioda byla určena na přibližně 2,2603891 hodiny, zatímco po impaktu činí asi 2,260440 hodiny.

Rozdíl mezi těmito dvěma hodnotami je 0,18 sekundy. Na první pohled se jedná o zanedbatelnou změnu, ale statistická analýza ukazuje, že jde o efekt významný a detekovaný nad úrovní šumu. Jinými slovy, rotace Didymu se po impaktu skutečně zpomalila. Jak je to ale možné?

Interpretace tohoto výsledku je významnou částí studie. Autoři došli k závěru, že nejpravděpodobnějším vysvětlením je změna tvaru planety - konkrétně její „zploštění“. Nejspíš ale nedošlo k nijak drastické změně tvaru planety; odhady ukazují, že odpovídající efekt by vyvolalo zkrácení v polárním směru o 13 mm a rozšíření v rovníkové oblasti o 9 mm, což jsou vzhledem k rozměru tělesa prakticky zanedbatelná čísla. Autoři spíše předpokládají, že Didymos již před impaktem rotoval na hranici stability jeho povrchu a i jen malý vnější impulz, např. akrece části materiálu vyvrženého z Dimorphu impaktem sondy, mohla vyvolat lokální sesuv regolitu směrem k rovníku. Taková změna rozložení hmoty na povrchu planety vedla ke změně momentu setrvačnosti a tím i ke změně rotační rychlosti.

Tento model přirozeně obsahuje několik předpokladů a zjednodušení, jejichž vliv autoři také posoudili. Ukázalo se, že mnohá geometrická zjednodušení založená na prosté neznalosti daných efektů měla podle provedených testů na výsledek zcela zanedbatelný vliv. Autoři se také zamysleli nad možnými jinými fyzikálními mechanismy, které mohly způsobit pozorovanou změnu rotační periody, např. přenos momentu hybnosti vyvrženinami z Dimorphu nebo působením jiných gravitačních i negravitačních jevů. Ukázalo se, že tyto jevy by měly přesně opačný efekt (způsobily by zrychlení rotace, ne zpomalení) nebo že působí na časových škálách, které neodpovídají pozorované změně. Přesnou interpretaci pozorovaného zpomalení rotace Didymosu však v tuto chvíli nelze uzavřít, protože se odehrála někdy v průběhu oněch čtyř týdnů po impaktu sondy DART, během nichž byl systém zahalen prachem a rotace Didymu tedy nemohla být přesně měřena. Pomoci by ale mohla již za několik měsíců sonda Hera, která je již na cestě k zmíněné dvojplanetce a bude ji zblízka studovat.

Význam studie přesahuje samotný systém Didymos. Ukazuje totiž, že kinetické impakty mohou ovlivňovat nejen oběžné dráhy, ale i rotační vlastnosti těles, které nebyly impaktem přímo postiženy, ale nacházejí se v bezprostřední blízkosti. Precizní analýzou založenou na dlouhodobých pozorováních a pokročilých metodách zpracování dat lze prokázat extrémně malou, ale fyzikálně významnou změnu rotační periody planety. Tento výsledek potvrzuje, že i relativně malý zásah - jako je náraz sondy - může mít měřitelné důsledky na dynamiku celého systému.

J. Ďurech, P. Pravec a kol., *A Change of the Rotation Period of Asteroid (65803) Didymos Caused by the DART Impact*, *Planetary Science Journal* 6:308 (2025).

<https://www.asu.cas.cz/articles/2548/19/na-cem-pracujeme-naraz-sondy-dart-do-mesicku-dimorphos-zpomalil-rotaci-planety-didymos>