Na čem pracujeme: Původ asteroidálních systémů s velmi vzdáleným souputníkem

6.8.2025 - | Astronomický ústav AV ČR

V posledních desetiletích se ukazuje, že řada asteroidů ve Sluneční soustavě není solitérními objekty, ale má kolem sebe obíhající družice – malé měsíčky. Domníváme se, že tyto systémy často vznikají v důsledku kolizí nebo rotačního roztržení mateřského tělesa, a jejich studium poskytuje důležité informace o mechanismech formování a vývoje malých těles ve Sluneční soustavě. Zvláštní a dosud málo probádanou skupinou jsou asteroidální systémy s velmi vzdáleným souputníkem (tzv. VWBA), jejichž družice obíhají ve značně vzdálené a často výstředné dráze s periodami v řádu desítek až stovek dní. Právě těmto objektům se věnuje studie publikovaná v časopise Astronomy & Astrophysics, na níž se podíleli i pracovníci ASU.

Vědci si v rámci této práce kladli za cíl podrobně zmapovat oběžné dráhy několika málo známých systémů VWBA a zjistit, jak mohly tyto zvláštní konfigurace vzniknout. Využili k tomu jak archivní pozorování z velkých teleskopů na Zemi (VLT, Keck, LBT), tak i snímky z Hubbleova kosmického teleskopu, a navíc doplnili data o tepelné vlastnosti těchto asteroidů z kosmických infračervených observatoří WISE a Spitzer. U některých objektů byly také k dispozici světelné křivky, z nichž lze vyčíst rotaci či zákryty mezi složkami systému, některá z těchto pozorování pocházela z 65centimetrového Mayerova dalekohledu observatoře v Ondřejově. S datovým souborem provedli členové týmu velké množství operací, aby vytěžili maximum možného.

Jedním z hlavních výsledků bylo stanovení nových oběžných drah pro pět systémů: (379) Huenna, (2577) Litva, (3548) Eurybates, (4674) Pauling a (22899) Alconrad. Například v případě systému Litva se podařilo potvrdit, že se jedná o trojitý asteroid – kromě blízké družice má i vzdálený měsíc s výrazně eliptickou drahou (excentricita 0,30), což je v systému asteroidů spíše výjimka. U dalších objektů byly nalezeny oběžné dráhy s různou výstředností – od téměř kruhové dráhy u Paulinga (e = 0,04) po mírně eliptickou u Alconrada (e = 0,13). Tyto výsledky naznačují, že vznik a dynamika těchto systémů mohou být velmi odlišné.
Zajímavé poznatky přinesla i analýza fyzikálních vlastností. Pomocí infračervených pozorování byly nově určeny průměry těles Christophedumas (4,7 km) a Alconrad (5,2 km). V kombinaci s oběžnými parametry družic lze z těchto údajů odvodit i hustotu hlavního tělesa, což je klíčová veličina pro pochopení jeho vnitřní struktury – zda je kompaktní, či tvořeno hromadou suti (tzv. rubble pile).

Autoři se však soustředili především na posouzení možných vývojových scénářů. V literatuře převažuje přesvědčení, že za vznikem těchto zvláštních víceplanetek je tzv. BYORP efekt, který mění dráhovou dynamiku měsíce dlouhodobým působením slunečního záření, kdy je akumulované tepelné záření vyzářeno se zpožděním v jiném směru, než v jakém těleso přijme záření od Slunce. Studie ovšem ukazuje, že BYORP zřejmě nedokáže vysvětlit existenci většiny těchto systémů s velmi vzdáleným souputníkem.

Zkoumané systémy totiž nesplňují podmínky pro aktivní BYORP efekt – pouze planetka Pauling se blíží jeho požadavkům. Autoři proto navrhují, že družice ve VWBA mohly vzniknout jinak: například postupným roztočením mateřského tělesa pomocí YORP efektu (kdy zpožděné tepelné vyzáření ovlivní rotační stav malého tělesa) a následným odtržením fragmentu, který byl později gravitačními interakcemi posunut do vzdálené oběžné dráhy. Další možností je kolizní původ – tedy vznik dvojice po srážce a následné zachycení druhé složky do stabilní, i když vzdálené dráhy. Právě u systémů jako Litva nebo Alconrad, které patří do rozsáhlých asteroidálních rodin (tedy pozůstatků po větších

kolizních událostech), se tato varianta zdá být pravděpodobnější.

Z metodického hlediska je práce příkladem pečlivého využití různých pozorovacích technik: od přímého zobrazování (kde se družice rozliší jako samostatný bod vedle hlavního tělesa), přes analýzu světelných křivek, až po modelování tepelné emise. Každý přístup má své limity – zatímco přímé snímky umožňují přesné určení polohy družice, jejich počet je omezen na příznivé geometrie a technické možnosti. Naopak světelné křivky vyžadují určitou konfiguraci systému (např. výskyt zákrytů), která u širokých systémů bývá vzácná. Autoři však kombinací těchto přístupů dokázali získat robustní výsledky i u systémů s velmi řídkými daty.

Závěrem práce autoři upozorňují, že současná databáze asteroidálních systémů s velmi vzdáleným souputníkem je velmi neúplná – většina známých soustav byla objevena náhodou při cílených pozorováních a jejich výskyt může být ve skutečnosti mnohem častější. Jen jsou obtížně detekovatelné běžnými metodami, protože vzdálené družice se na snímcích často ztrácí v halo kolem hlavního tělesa nebo jsou pod limitem rozlišení. Tato studie je tak krokem k lepšímu pochopení této unikátní třídy asteroidů a může pomoci doplnit chybějící dílek do skládačky vývoje planetek ve Sluneční soustavě.

K. Minker, B. Carry, F. Vachier, P. Scheirich a kol., *Orbits of very distant asteroid satellites*, Astronomy and Astrophysics 698 (2025) A136, preprint arXiv:2503.15081

http://www.asu.cas.cz/articles/2446/19/na-cem-pracujeme-puvod-asteroidalnich-systemu-s-velmi-vzdalenym-souputnikem