

Na čem pracujeme: Unikátní Geminida, která nečekaně přežila rychlý a hluboký průlet atmosférou

17.3.2026 - Michal Švanda | Astronomický ústav AV ČR

Pavel Spurný a Jiří Borovička z Oddělení meziplanetární hmoty ASU detailně studovali výjimečný případ meteoru ze známého roje Geminid. Tento konkrétní bolid vstoupil do zemské atmosféry rychlostí přes 35 km/s, pronikl výrazně hlouběji než jakýkoli jiný dosud dobře zdokumentovaný meteor patřící k tomuto meteorickému roji a částečně přežil až k dopadu na zemský povrch. Srovnání s jinými exempláři ukazuje, že jde o skutečně výjimečnou událost zaznamenanou objektivními pozorováními.

Když malé těleso meziplanetárního materiálu vstoupí do zemské atmosféry, začne se třením o atmosféru ohřívat, odpařovat a zářit. Mluvíme o meteoru. Velká tělesa způsobují jasné meteory, označované jako bolidy. Bolidy tu a tam přežijí průlet atmosférou a dopadnou až na zemský povrch jako meteority. Ty jsou velmi vzácné, protože jde o posly z hlubin Sluneční soustavy, které můžeme laboratorně přímo zkoumat bez toho, abychom k nim museli vypouštět drahé kosmické sondy.

Meteory se často vyskytují ve skupinách, zejména pokud jde o tělesa, která za sebou zanechala kometa prolétající okolo Slunce. Pak pozorujeme spršku meteorů s podobnými drahami a vlastnostmi, mluvíme o meteorickém roji. Jedním z nejznámějších a nejaktivnějších meteorických rojů jsou Geminidy. Ty zdánlivě vylétují ze souhvězdí Blíženců a maximum jejich aktivity pozorujeme pravidelně každý rok kolem 14. prosince. Geminidy jsou zajímavé i tím, že jejich mateřským tělesem není pravověrná kometa, ale těleso 3200 Phaeton, které se jeví spíše jako planetka (někteří autoři mluví o tzv. kamenné kometě). Neobvyklý původ a vzhledem k jiným meteorickým rojům i jejich neobvyklé chování v atmosféře stimuluje jejich výzkum, který se zintenzivnil v posledních letech také proto, že se Japonská kosmická agentura JAXA k této planetce chystá vyslat sondu DESTINY+, snad už v roce 2028. Je proto důležité vědět, do jakého prostředí se tato sonda vydává. Z přístrojů na palubě však žádný z nich nepočítá s odběrem vzorků a jejich návratem na Zemi.

Geminidy jsou dále známy tím, že vstupují do zemské atmosféry relativně velkými rychlostmi, kolem 36 km/s. Tělesa tedy podléhají velmi intenzivnímu dynamickému tlaku a rozpadají se. Nedá se tedy očekávat, že by některé z Geminid přežily průlet atmosférou a dopadly až na zem, abychom materiál z 3200 Phaeton dostali do laboratoře. Příklad bolidu EN131212_041258 však ukazuje, že někdy může být příroda přeci jen milostiva.

ASU provozuje českou část Evropské bolidové sítě a po celou dobu koordinuje činnost a zpracovává data z celé této sítě, jejíž historie sahá do poloviny minulého století. Po roce 2003 sice prošla síť masivní modernizací. Nejprve došlo k automatizaci pozorování vyvinutím a nasazením automatických celooblohových analogových kamer (snímky byly pořizovány na plochý film) a po dalších deseti letech pak ke kompletní digitalizaci veškerého pozorování. S digitalizací pozorování se významně zvýšil počet zaznamenaných bolidů a zjednodušilo zpracování jejich pozorování. Bolid, který autoři popisují v článku přijatém k publikaci v *Astronomy & Astrophysics*, svojí atmosférickou trajektorií zaujal už krátce po průletu a výsledky byly prezentovány na vědecké konferenci krátce po události. Další nasbíraný materiál a rozvoj analytických metod však podtrhl jeho cenu, proto se k němu autoři po letech vrátili.

Bolid EN131212_041258 proletěl zorným polem bolidových kamer na stanicích Přimda a Churáňov

nad ránem 13. prosince 2012. Pozorovací podmínky té noci byly výjimečně dobré, takže bylo možné proměřit pořízené záznamy velmi přesně. Díky tomu, přestože byly k dispozici záznamy jen ze dvou stanic, byla velmi přesně určena atmosférická i heliocentrická trajektorie tohoto tělesa. Již první analýza ukázala, že na rozdíl od typických Geminid, které se při vstupu do atmosféry zcela vypaří už někde mezi 40 – 80 km nad zemí, tento konkrétní bolid pronikl až do výšky 32,5 km na zem, tedy o několik kilometrů hlouběji než všechny ostatní doposud zaznamenané případy. Ve výšce, kdy bolid přestal zářit, byla jeho rychlost zhruba 6,8 km/s (oproti původní vstupní rychlosti přes 35 km/s), což znamená, že se těleso silně zpomalilo a ztratilo značnou část své hmotnosti.

K události byla k dispozici i měření z celoblohových radiometrů zachycujících s vysokou časovou kadencí světelnou křivku, která bylo možno využít k modelování fragmentace tohoto tělesa. Z tohoto modelu mimo jiné vyplývá, že až na průběžné uvolňování prachových zrn došlo k významné fragmentaci pouze jednou, a to ve výšce asi 58 km, kdy se těleso rozpadlo zřejmě na pět fragmentů podobné hmotnosti. Tato událost byla zřejmě rozhodující pro další životnost tělesa. Pevnost materiálu těchto fragmentů byla dostatečná na to, aby už nedošlo k žádné další katastrofické fragmentaci a Geminida tak pronikla velmi hluboko do atmosféry. Na konci světelné dráhy zřejmě stále zůstávalo něco mezi 3 a 5 gramy materiálu, který pak zřejmě dopadl někde v okolí vesnice Moosbach v Německu. Světelná křivka také ukazuje kvazi-periodické změny krátce po vstupu, které by mohly souviset s rotací tělíska.

Rozsáhlý datový archiv Geminid z Evropské bolidové sítě i dalších pozorovacích sítí na světě ukazuje, že tento exemplář byl opravdu výjimečný, pokud se týče hloubky průniku. Tyto archívy totiž přesvědčivě ukazují, že u těles s počáteční hmotností větší než přibližně 10 g zůstává mezní výška konce světelné stopy kolem 38 km — tato hranice se nepřekračuje, pokud těleso nemá velmi pevnou strukturu. Výjimka, která je předmětem článku, tuto hranici překročila o téměř 6 km, což je statisticky mimo normální variabilitu a signalizuje výjimečnou pevnost materiálu a mechanické vlastnosti prolétajícího tělesa.

Tradiční představa o Geminidách jako o malých tělesech, které nemohou za žádných okolností dopadnout až na zem, tak nemusí být úplně správná. I relativně rychlé meteoroidy s počáteční hmotností třeba jen řádově desetin kilogramu, pokud mají vhodné mechanické vlastnosti v kombinaci s dalšími příznivými okolnostmi průletu atmosférou, mohou v extrémně vzácných případech přežít obvykle katastroficky destruktivní brzdění při průletu atmosférou a v podobě malých úlomků dopadnout jako skutečné meteority na zem. Může se tedy stát, že i když DESTINY+ vzorky na Zemi nedopraví, přesto se jednou materiál z podivného tělesa 3200 Phaeton v laboratořích objeví.

A tento případ není omezen pouze na meteoroidy patřící ke Geminidám, ale platí obecně, tedy že za určitých velmi vzácných a zvláštních podmínek (souběh několika faktorů) mohou meteoroidy, které se srážejí se Zemí rychlostí až téměř 36 km/s, skončit pádem meteoritů. To velmi významně posouvá hranici pro vstupní rychlost takových meteoroidů, protože dosud jako maximální vstupní rychlost pro výsledný pád meteoritu byla brána rychlost maximálně kolem 28 km/s.

Michal Švanda

P. Spurný, J. Borovička, *Deepest ever photographed Geminid with small but not negligible terminal mass*, Astronomy & Astrophysics v tisku, preprint arXiv:2602.16396

<https://www.asu.cas.cz/articles/2538/19/na-cem-pracujeme-unikatni-geminida-ktera-necekane-prezila-rychly-a-hluboky-prulet-atmosferou>