

Na čem pracujeme: Nová analýza naznačuje původ anomálie berylia-10 na Zemi ve výbuchu supernovy

28.10.2025 - | Astronomický ústav AV ČR

Nedávná astronomická studie sledující pohyb Sluneční soustavy v minulosti přinesla důkazy, že za zjištěnou anomálií v koncentraci radionuklidu berylia-10 (^{10}Be) v hlubokomořských sedimentech může stát výbuch blízké supernovy. Výzkum využívá vysoce přesná data z mise Gaia Evropské kosmické agentury (ESA) k rekonstrukci drah Slunce a okolních hvězdokup za posledních 20 milionů let a počítá pravděpodobnost, s jakou v době zaznamenané anomálie došlo v blízkosti Země k hvězdné explozi. Výsledky publikované v časopise *Astronomy & Astrophysics* naznačují, že blízkost Sluneční soustavy k aktivní oblasti tvorby hvězd v pozdním miocénu významně zvyšuje pravděpodobnost astrofyzikálního vysvětlení záhadného nárůstu pozemského berylia-10.

Studie se zaměřila na nedávno objevenou anomální koncentraci kosmogenního berylia-10 nalezenou ve vzorcích odebraných z mořského dna v centrálním a severním Pacifiku. Tento přebytek berylia byl datován do období mezi 11,5 a 9,0 miliony let (Myr) před současností, s maximem přibližně před 10,1 Myr – tedy do doby pozdního miocénu.

Berylium-10 je kosmogenní izotop s poměrně dlouhým poločasem rozpadu ($\sim 1,39$ Myr). Kosmogenní znamená, že vzniká převážně při srážkách kosmického záření (vysokoenergetických částic) s atomy v horních vrstvách atmosféry. Nadbytek berylia-10 na Zemi tedy může signalizovat zvýšený tok kosmického záření. Takové zvýšení mohou způsobit například výbuchy supernov. Začátek zmíněné anomálie, kolem 11,5 Myr v minulosti, přibližně odpovídá době, kdy Sluneční soustava opouštěla známou oblast tvorby hvězd v Orionu, kde podle odhadů v posledních deseti až patnácti milionů let nejspíš došlo k deseti až dvaceti výbuchům supernov.

Mezinárodní vědecký tým, mezi nimi i Josefa Großschedl z ASU, pro ověření hypotézy zpětně integroval pohyb Slunce a také trajektorie více než 2700 mladých otevřených hvězdokup, u nichž byla k dispozici kvalitní měření polohy a vlastního pohybu, dvacet milionů let do minulosti. Využil přitom kinematická data převážně z mise Gaia. Tým stanovil prahovou vzdálenost 100 parseků jako konzervativní hranici, v jejímž rámci by supernova mohla na Zemi zanechat detekovatelnou stopu.

V kritickém časovém okně mezi 11,5 a 10,1 Myr (tedy v době vzniku a vrcholu anomálie berylia-10) tým spočítal pravděpodobnost, že k některému z výbuchů supernov došlo v různých vzdálenostech od Sluneční soustavy. Výsledky naznačují, že blízká supernova je věrohodným vysvětlením, protože několik tehdy mladých hvězdokup se nacházelo poměrně blízko Sluneční soustavy. Jejich velikosti a stáří navíc ukazují, že v nich velmi pravděpodobně jedna či více hmotných hvězd v minulosti jako supernovy skutečně explodovaly.

Analýza rovněž ukázala, že žádná z uvažovaných hvězdokup se Slunci nepřiblížila na kritickou vzdálenost osmi až dvaceti parseků. To znamená, že i kdyby k výbuchu supernovy skutečně došlo a došlo ke zvýšení toku kosmického záření na Zemi, nebyl by výbuch natolik blízko, aby vyvolal masové vymírání. Závěry přitom zůstávají robustní i po započtení systematických nejistot v geologickém datování ($\pm 0,5$ Myr).

Ačkoli studie silně podporuje astrofyzikální původ anomálie berylia-10, autoři připouštějí, že nelze

vyloučit ani jiné, zejména geologické příčiny – například vznik či zesílení antarktického cirkumpolárního proudu. Kromě toho má anomálie berylia-10 poměrně široké maximum, nikoli ostrý vrchol, jaký by se u supernovy spíše očekával. Na druhou stranu, difúze a přerozdělování prvku v horninách zemské kůry během mnoha milionů let by anomálii přirozeně zhladilo, takže supernova by stále mohla být možnou příčinou.

K jednoznačnému určení, zda má tato anomálie astrofyzikální nebo pozemský původ, budou nutné další analýzy nezávislých záznamů berylia-10 z jiných oblastí světa mimo Tichý oceán. Doplňující výzkum dalších kosmogenních radionuklidů – například manganu-53 (^{53}Mn , poločas $\sim 3,7$ Myr) – by mohl přinést další důležité indicie.

E. Maconi, J. Alves, J. Großschedl a kol., *The late Miocene ^{10}Be anomaly and the possibility of a supernova*, Astronomy and Astrophysics 701 (2025) L14, preprint arXiv:2507.03685

<https://www.asu.cas.cz/articles/2491/19/na-cem-pracujeme-nova-analyza-naznacuje-puvod-anomalie-berylia-10-na-zemi-ve-vybuchu-supernovy>